内容简介

本教材共分九章，简明扼要地介绍了当前环境科学中所包括的人口、能源、资源、粮食、污染、全球变化、生态安全等问题的最新资料。在每章后附有相关的参考书目和网站，以供读者自己进一步学习。书中还有4个附录，包括国家几个相关的法律法规文献、部分练习题的参考答案、有关环保等方面的纪念日以及历年世界环境日的主题等。

本书可作为大学相关专业学生的教材，还可作为从事环境保护与环境管理等相关专业人员，以及中小学青少年科技辅导员教师的参考书。

前　言

尽管环境科学这门学科的出现只是近几十年的事情，但这门学科的重要性使它日新月异，已经成为21世纪的重要学科之一。学习和了解环境科学的知识，除了环境科学本专业的相关人员之外，在自然科学和社会科学的其他领域里，还有更多的人员有这方面的迫切需求。然而，当前该方面的教材并不多，也无法涵盖现代环境科学中所出现的许多新问题。为此，本人将十多年来在教学工作中积累的资料，并结合现代环境科学最新的动向和进展，编撰成本教材。

本书编写时特别注意内容的广泛性，既反映当前环境科学中所包含的人口、能源、资源、粮食、污染、全球变化、生态安全等问题的最新资料，又通过内容的取舍来提高知识的实用性。为了节省篇幅，本书在编写中尽量少用图表。另外，除了对较新的内容进行详细论述外，传统的教材部分均采用提纲的方式，同时在每章后附有相关的参考书目和网站，以便读者自己通过学习参考资料进一步加深对所学知识的理解和掌握。

本书在编写过程中得到厦门大学环境科学研究中心1992—2004级研究生以及2000—2004级本科生的支持和帮助。一起承担本课程的叶勇教授对本书的编写亦给予了很大的帮助，并提出很多宝贵的建议。本课程开设十多年来，深受同学欢迎。同时通过教学活动，本教材得到不断补充和更新，使之能更适应现代环境科学教学的要求。本人特别要感谢曾经选修过该门课程的陈细香、张明强、高海燕、陈进才、何涛、张突、陈能汪等同志对该书的编写所给予的大力帮助和指正。书稿最后的编辑整理工作还进一步得到林秀雁同志的协助。在此谨表谢忱！本书编写时参考学习了一些相关的教材和引用了一些网络资料，谨向资料的原作者表示谢意！

限于编者水平和时间，本教材定还存在不少缺点和错误，敬请读者批评指正。

卢昌义

2005年8月于厦门

目　录

第一章　绪　　论

第一节　环境及其组成

一、环境的基本概念

环境(Environment,Surroundings)的概念是相对于中心事物而言的。广义地说,与某一中心事物有关的周围事物,就是这个事物的环境。

环境科学研究的环境是以人类为主体的外部世界,其中心事物是人。在这个定义下的环境包括:

社会(人工)环境:指人们生活的社会经济制度和上层建筑的环境条件,如构成社会的经济基础及其相应的政治、法律、宗教、艺术、哲学的观点和机构等。它是人类物质文明和精神文明发展的标志。

自然环境:是人类赖以生存和发展的必要物质条件,是人类周围各种自然因素的总和。即客观世界或自然界。它由小到大可分为四个层次:

(1)目前人类生活的自然环境:与人类最靠近,关系最密切,由空气、水、土壤、阳光和食物等各种基本因素所组成,一切生物离开了它就不能生存。

(2)地理环境:也是在人类周围,范围大一些,由大气圈、水圈、土壤圈、岩石圈组成。其上界为大气圈对流层的顶部,下界是地壳风化层和成岩层的底部。地理环境包括上述"目前人类生活的自然环境",但在地理环境范围内有的是一般生物或人不能生活的。

(3)地质环境:是地下坚硬的地壳层,可延伸到地核的内部(包括内核、外核和地幔)。

(4)宇宙环境:是大气圈以外的宇宙空间。

在以上四类环境中,与人类关系最密切的是第一类,实际上就是我们常说的生物圈。

生物圈是地壳表面全部有机体(生物)及与它发生相互作用的其他自然环境因素的总称。人类活动的范围即生物圈的范围,是环境科学研究的主要对象。研究环境离不开生物,离不开人类;离开了人类来研究环境就毫无意义。

二、环境容量与环境要素

(一)环境容量

环境容量(Environment capacity):指在人类生存和自然生态不致受害的前提下,某一环境所能容纳污染物的最大负荷。或者说环境容纳污染物质的能力是有一定限度的,这个限度称为环境容量。环境容量的大小与环境空间的大小、环境自净能力的强弱、各环境要素的特性、污染物本身的物理和化学性质有关。环境空间越大,环境对污染物的净化能力越强,环境容量也就越大。对各种污染物而言,它的物理和化学性质越不稳定,环境对它的容量也就越大。环境容量主要应用于环境质量的分析、评价和控制,并为国家制定环境标准和排放标准以及工农业规划提供依据。

(二)环境要素

环境要素(Environment factor):构成人类环境整体的各个独立的、性质不同而又服从于整体演化规律的基本物质组分称环境要素,也称环境基质。环境要素可分为自然环境要素和社会环境要素,但通常指的是自然环境要素。环境要素包括水、大气、阳光、岩石、土壤等非生物环境要素以及动物、植物、微生物等生物环境要素。各要素之间是相互联系、相互依赖和相互制约的,环境要素组成环境的结构单元,环境的结构单元又组成环境整体或环境系统。例如由水组成河流、湖泊和海洋等水体,地球上的全部水体又组成水圈(水环境整体);由土壤组成农田、草地和林地等,由岩石组成岩体,全部岩石和土壤构成岩石圈或称土壤一岩石圈;由生物体组成生物群落,全部生物群落构成生物圈。环境要素具有一些非常重要的属性,这些属性决定了各个环境要素间的联系和作用的性质,是人们认识环境、改造环境的基本依据。

第二节　环境问题及其与社会经济发展的关系

一、环境问题的分类

1. 自然造成的环境问题[也称第一(原生)环境问题]:是自然环境中原来就存在的,有害于生物(人类)生存的因素,如火山、地震、厄尔尼诺现象、台风、非典型肺炎和禽流感等流行病以及病虫害等所造成的对环境的破坏。

2. 人类造成的环境问题[也称第二(次生)环境问题]:是人类所造成的环境破坏。本课程主要讨论的是第二类的环境问题。人类造成的环境破坏包括如下方面:

(1)不合理开发利用自然资源,使自然环境遭受破坏。(自古以来就有的)

(2)城市生活和现代工农业发展等所引起的环境污染。(后来才发生发展的)

(3)战争,尤其是现代战争。例如,海湾战争、巴尔干战争、伊拉克战争对环境造成的破坏

是触目惊心的。

厄尔尼诺(或"埃尔尼诺",Al'erninuo)现象:太平洋的秘鲁和厄瓜多尔沿岸,圣诞节前后发生的一种海温异常升高现象。"厄尔尼诺"一词系西班牙语,意为"圣婴"。这是一种大规模的海洋和大气相互作用的现象。厄尔尼诺出现前数月,赤道表层暖水发生大规模的自西向东移动。圣诞节前后,赤道太平洋东部沿岸暖水沿厄瓜多尔和秘鲁海岸南下,水温异常升高,暖水区可迅速向西扩展,热带多雨带也随之南移。原来干旱的赤道太平洋东部降水量剧增,本为雨季的赤道太平洋西部地区出现干旱。由于海温异常升高,使沿岸生物大量死亡或潜逃,那里的海鸟也因丧失食物,或者饿死或者迁徙。厄尔尼诺事件每次持续的时间长短不一,短者数月即逝,长者可达一年以上。暖水扩展范围也各不相同。1891年起就有详细记载。1972—1973年发生的厄尔尼诺事件使秘鲁渔场鱼的捕获量从1970年的1 000万吨,减少到500万吨左右。1982—1983年发生的厄尔尼诺事件,被认为是较大的一次。1982年11月,赤道太平洋东部地区海温异常升高的范围越来越大,表层水温比常年升高了5～6 ℃,打破了历史记录。圣诞节前后,栖息在圣诞岛上的1 700多万只海鸟不知去向;接着,1982年冬到1983年春,太平洋东岸秘鲁等国家下了大雨,河水泛滥成灾,并出现了世界性的气候异常。

以美国为首的北约对南斯拉夫78 d的轰炸中使用的导弹、航空弹的弹头含有所谓贫铀的铀芯,又称贫铀弹。贫铀弹是指以贫铀为主要原料制成的炸弹、炮弹或子弹。贫铀是从金属铀中提炼出铀235以后的副产品,其主要成分是具有低水平放射性的铀238,故称"贫化铀",简称"贫铀"。它的密度为18.7 g/cm^3,密度和硬度是钢的2.5倍。用这种合金做弹芯制造的弹药在击中目标时,其爆炸力和产生的高温远远超过一般的弹药,可以穿透很厚的装甲,最大穿甲厚度可达到800～900 cm。贫铀弹只是相对原子弹而言"贫",对人类和环境来说它仍是不折不扣的核武器。贫铀弹在爆炸时产生的高温可以使弹体发生尘化,变成细微颗粒随空气流动而四处飘散,散布在空中,或落入地面及河流,给人们清除这些放射性物质带来极大困难。贫铀的半衰期比铀更长,可以长期破坏环境和人类的食物链,并导致受污染地区肿瘤、心血管、肺脏及其他重要的器官及神经系统疾病患者增加。据统计,北约共投下了23 t此类具有潜在性危害的杀伤物,其初步后果已引起人们的恐惧。在科索沃、塞尔维亚、黑山和马其顿记录到的辐射值显著升高。放射性物质的辐射有可能扩散到波黑、阿尔巴尼亚、希腊、克罗地亚和德国。所以说北约在巴尔干战争中制造核污染灾难。在南斯拉夫投下的贫铀弹威胁着50万人健康和生命。

二、环境问题与社会经济发展

环境问题的发展可概括为以下几个阶段：

1.原始社会以来，人类同自然作斗争，但缺乏科学知识，因而对自然界依赖性很大，往往采取掠夺性开发，造成植被破坏，水土流失，引发水、旱灾害频繁；再加上战争，引起自然环境严重衰退。

例如在古代经济比较发达的美索不达米亚、希腊、小亚细亚等地，由于不合理的开垦和砍伐，后来成了荒芜的不毛之地，正如恩格斯所说“人类对自然界的每一次胜利，在第一步都确实取得了我们预期的结果，但在第二步和第三步却有了完全不同的、出乎预料的影响，常常把第一个结果又取消了”。我国也是如此，黄河流域是中国古代文明的发祥地，那时森林茂密，土地肥沃。西汉末年和东汉时期进行的大规模开垦，促进了当时农业生产的发展，可是由于后来滥伐了森林，水源得不到涵养，水土严重流失，造成沟谷纵横，水旱灾害频繁，土地日益贫瘠。

但由于当时人类生产力低下，破坏能力有限，并且环境容量相对很大，因而对环境的种种影响不大，是局部性的，容易或可能得到恢复。

2.随着社会分工和商品交换的发展，城市成为手工业和商业的中心。城市里人口密集，工业逐步发达，环境污染和环境衰退也日益严重。特别是产业革命后，蒸汽机的发明和广泛使用，使生产力得到很大发展，污染事件也因之不断发生。比较典型的有：

1873—1892 年，在英国伦敦发生多次有毒烟雾事件(污染物排放造成的)。

1934 年 5 月美国发生了一次席卷半个国家的特大尘暴，从西部的加拿大边境和西部草原地区几个州的干旱土地上卷起大量尘土，以每小时 100 km 左右的速度向东推进，最后消失在大西洋的海面上。这次风暴刮走西部草原 3 亿多吨土壤。这是由于当时乱垦荒种植作物，造成植被破坏，引起生态环境恶化所致。这是美国历史上一次重大灾难。尘暴唤醒了人们，美国各地从此开始开展大规模的农业保护活动。

3.20 世纪 40 年代前后，大量开采燃煤和石油作为主要能源，无机和有机合成化学工业迅速发展。排出的 SO_2、烟尘、酸、碱、盐和有机废物、毒物使环境污染由局部扩展到区域，以致严重的公害事件接连出现。先后发生了引起全球关注的八大公害事件：

(1)1930 年 12 月，发生在比利时马斯河谷的烟雾事件，主要是排放 SO_2 造成的。

(2)1948 年 10 月，发生在美国多诺拉的烟雾事件，也是排放 SO_2 造成的。

(3)1952 年 12 月，发生在英国伦敦的烟雾事件，同样是排放 SO_2 造成的。

(4)1943 年 5 月—10 月，发生在美国洛杉矶的光化学烟雾事件，主要是大量汽车排放的尾气在紫外线的作用下生成的。洛杉矶市三面环山，市区空气水平流动缓慢，当时的洛杉矶城内已有汽车 400 万辆，每天有 1 000 多吨碳氢化合物进入大气。

(5)1953 年，发生在日本水俣镇的甲基汞污染事件，又称水俣事件，是由工厂排放的含汞废物引起的。无机汞不仅有毒性，而且在水环境中，由微生物作用，转化为毒性更强的甲基汞、二甲基汞〔$Hg^{2+} + 2R—CH_3 \longrightarrow (CH_3)_2Hg \longrightarrow CH_3Hg^+$，$Hg^{2+} + R—CH_3 \longrightarrow CH_3Hg^+—R—CH_3 \longrightarrow (CH_3)_2Hg$〕，通过食物链在生物体内逐级浓缩，最后进入人体。

(6)1931—1972 年，发生在日本富山县的骨痛病事件，是因炼锌工厂未经处理净化的含镉

废水排入河中，居民吃了含镉的米和水致毒。

(7)1955 年以来，发生在日本四日市的四日事件，主要也是工业排放的 SO_2、煤尘，及 Co、Mn、Ti 等重金属，引起市民的哮喘病。

(8)1968 年，发生在日本九州爱知县等 23 个府县的米糠油事件，是由于工厂在米糠油生产中，用多氯联苯作为载热体，因管理不善，多氯联苯毒物进入了米糠油中。

这些事件都不同程度地造成了人员的伤亡，震惊全世界，唤醒人们认识到环境问题的严重性，人们采取了各种治理措施，但当时并未能有效制止环境污染的继续发展。

1962 年，美国生物学家 R. 卡逊的《寂静的春天》引起了西方国家的强烈反响。

现在被誉为"绿色圣经"的《寂静的春天》1962 年在美国问世时，是一本很有争议的书。它那惊世骇俗的关于农药危害人类环境的预言，不仅受到与之利害攸关的生产与经济部门的猛烈抨击，而且也强烈震撼了社会广大民众。20 世纪 60 年代以前，几乎找不到"环境保护"这个词，环境保护在那时并不是一个存在于社会意识和科学讨论中的概念。长期流行于全世界的口号是"向大自然宣战"、"征服大自然"。R. 卡逊第一次对这一人类意识的绝对正确性提出了质疑，向人类的基本意识和几千年的社会传统提出了挑战。当《寂静的春天》在 1962 年一出版，一批有工业后台的专家首先在《纽约人》杂志上发难，指责卡逊是歇斯底里病人与极端主义分子。面对来自各方的指责，卡逊一遍又一遍地核查《寂静的春天》中的每一段话。许多年过去了，事实证明她的许多警告是估计过低，而不是说过了头。1963 年，当时在任的美国总统肯尼迪任命了一个特别委员会调查书中的结论。该委员会证实卡逊对农药潜在危害的警告是正确的。国会立即召开听证会，美国第一个民间环境组织由此应运而生，美国环境保护局也在此背景上成立。由于《寂静的春天》的影响，仅至 1962 年底，已有 40 多个提案在美国各州通过立法以限制杀虫剂的使用。曾获诺贝尔奖的 DDT 和其他几种剧毒杀虫剂终于从允许生产与使用的名单中彻底清除。

20 世纪 60 年代在一些工业发达国家兴起了"环境运动"，成立不少全国性环保机构，制定全国性环保科学研究计划；逐步由被动的、单项的治理转变为综合治理。环境质量有所改善，但没有根本解决问题。

4. 到了 20 世纪 70 年代，人们进一步认识到，除了环境污染问题严重外，人类生存环境所必需的生态条件正在日趋恶化。而这种恶化并不是由通常的水、气、渣、声的污染直接造成的。人口过度增长、森林过度采伐、沙漠化面积加速扩大、水土流失加剧、资源过度消耗、沙尘暴频频发生、蝗害复发等，都向社会和世界经济提出了严峻的挑战。

在我国隐退多年的蝗虫灾害如今已卷土重来。蝗灾的暴发，再次向人们敲响了生态保护的警钟。如2000年夏天，我国河北和山东等13个省区市100多个县不同程度地发生了蝗虫，面积达6万公顷。当越来越多的年轻人早已不知蝗灾为何事的时候，2000年除了草地蝗虫灾害外，东亚飞蝗和亚洲飞蝗对我国沿海和中西部地区也造成了巨大冲击。部分飞蝗区的蝗虫密度一度达到每平方米1 000～4 000头。个别地区一度出现了“飞蝗蔽日”的情景。

远在公元前11世纪以前，商代的甲骨文上就有了世界上最早的蝗灾记录。我国从公元960年至1935年的975年间，竟有619年出现蝗灾，明清和民国时期几乎年年有蝗灾。当时诗人形容道：“飞蝗蔽空日无色，野老田中泪垂血；牵衣顿足捕不能，大叶全空小叶折。”新中国成立后，党和政府下决心根治蝗灾，获得了巨大成功，飞蝗之害被杜绝。

曾经被根治的飞蝗在我国个别地区再次出现“蔽日”景象，令人深思。飞蝗“死而复生”的一个重要原因是气候的变化。久旱必生蝗。蝗灾的暴发，虽与气候干旱异常有关，但蝗虫发生地生态环境的人为破坏，是导致蝗虫成灾的根源。无论是飞蝗还是草地蝗虫，它们必须在裸露的土地上才能产卵繁衍后代。植被的破坏，为蝗虫繁衍提供了条件。当植被受到破坏，尤其是江河湖畔的树木被乱砍滥伐，水土流失加重，裸露的土地越多，飞蝗繁殖的场所也越广。草地蝗虫的诱发因素是过度放牧。草场管理不善，载畜量过大，导致了草场的退化。而草场退化形成的裸露土地也为草原蝗虫的大量繁殖提供了有利条件。草原虫害反过来又加剧了草场的退化和沙化。

在这期间联合国及其有关机构召开了一系列会议，探讨了人类面临的环境问题。1972年，联合国在瑞典的斯德哥尔摩召开第一次人类环境会议，通过了《人类环境宣言和行动计划》，开始了全球环保新篇章。100多位科学家参与撰写《只有一个地球》的重要报告，呼吁世界各国政府和人民共同努力来维护和改善人类环境，为子孙后代造福。但环境问题仍然发展成为制约经济与社会发展的重大问题。斯德哥尔摩会议后的十多年间，虽然全球的环保事业有了很大发展，但是全球的生态环境不但不见改善，而且继续恶化，一系列日益严重的问题提到人类面前。20世纪80年代印度的美国碳化学公司甲基乙氰酸酯爆炸，死亡2万多人，受害20万人。前苏联的切尔诺贝利核电站爆炸，核污染至今仍危害着东欧国家。无论是发达国家，还是发展中国家，环境问题都已成为制约经济与社会发展的重大问题。为了共同研讨和解决这一全球性问题，根据联合国大会决议，1984年世界环境与发展委员会成立，并在1987年提交了《我们的共同的未来》的报告，建议召开联合国环境与发展大会。联合国于1990年12月通过决议，决定在1992年6月3日到14日，召开联合国环境与发展大会，地点在巴西的里约热内卢。此次会议有178个国家1.5万名代表参加，中国为副主席国之一。118个国家首脑参加了6月12日到14日的首脑会议。这次大会通过了《里约热内卢环境与发展宣言》(即《地球宪章》)、《二十一世纪议程》、《气候变化框架公约》、《生物多样性公约》四个重要文件，以及《关于森林问题的原则声明》非法律性文件。大会还发起了全球公民签字承诺保护地球的誓言。

《地球誓言》的英文是 EARTH PLEDGE：I pledge to act to the best of my ability to help

make the Earth a secure and hospitable home for present and future generations。可译为28个中文字:"我保证竭尽全力为今世和后代把地球建成一个安全而舒适的家园。"其中的关键字"今世和后代"、"安全"、"舒适"、"家园"已经成为现代环境保护、可持续发展的理念。

这次大会把全球的环境保护工作推到最高潮,为我们改善正在恶化的地球生态环境带来了一点希望,环境科学研究也得到进一步推动。

但应该看到,会议后的十多年里,地球环境仍在走向进一步的危机。温室效应加剧、沙漠化、水危机、森林减少、土壤碱化、气象异常等问题愈演愈烈,全球65%的可耕地已丧失应有的生物和物理功能;世界渔业的60%已达到捕捞极限或正在过度捕捞;27%的珊瑚礁据认为已经灭绝,另有32%将在2032年消失;1/4的哺乳动物物种将面临灭绝危险。而且地球人口继续膨胀,贫困也继续蔓延。发达国家和发展中国家之间的贫富差距、卫生差距以及享有高新技术和能源资源等的差距,也都在迅速扩大。例如,世界经济生产总值从1990年的31万亿美元增加到2000年的42万亿美元,而60亿地球人口中的五分之一却生活在每天1美元以下的贫困状态中;自1860年以来的14个"最热年",都发生在最近的20年中,而每年消失的900万公顷森林面积相当于一个葡萄牙的国土面积。现在,细菌和病毒几乎已经学会了如何对付所有的药物,谁也不知道基因改造会给有机物带来什么后果。可以说,贫困的扩大与生态环境的恶化互为循环。人类目前的行为极大地改变着未来的物种进化过程。

2002年8月26日--9月4日,包括104个国家元首和政府首脑在内的192个国家的代表出席了在南非约翰内斯堡召开的被称为又一次"地球峰会"的可持续发展世界首脑会议开幕式。本次可持续发展世界首脑会议的五大议题是健康、生物多样性、农业生产、水和能源。大会的成果则主要体现为闭幕时通过的《约翰内斯堡宣言》和《可持续发展世界首脑会议执行计划》两个重要文件。在《约翰内斯堡宣言》中,各国首脑和代表承诺:将不遗余力地执行可持续发展的战略,把世界建成一个以人为本、人类与自然协调发展的社会。《可持续发展世界首脑会议执行计划》指出,当今世界面临的最严重的全球性问题是消除贫困。这是可持续发展,尤其是发展中国家实现可持续发展必不可少的条件。

与十年前里约环发大会通过的《二十一世纪议程》相比,本次会议确定的目标更加明确并设立了相应的时间表——2015年前,将全球无法得到足够卫生设施的人口降低一半;2010年时,大幅度降低生物多样性消失的速度;2005年开始实施下一代人资源保护战略等等(对这个具有明确目标和时间表的强势计划能否实现,大多数国家仍持审慎的态度)。

开幕式上,包括中国在内的4名儿童登上主席台,就地球未来发表自己的看法:"我们不能购买一个地球,我们为什么不惩罚那些破坏环境的国家和人呢?""我们需要实际行动。如果你们不采取实际行动,我们最终将挑战你们。"国际舆论认为,本届地球首脑会议将为全球可持续发展进程注入新的活力。

不过,在全球可持续发展领域还存在着令人无法视而不见的问题——发达国家和发展中国家之间的矛盾,发达国家能否采取实质性措施偿还对发展中国家的"生态债务"是解决这一矛盾的关键。全球可持续发展战略能否得到实施,相当程度上取决于里约环发大会确定的"共同但有区别的责任"原则的落实。

此次会议上争论的另一个焦点是可再生能源问题。现在可燃烧的化石性燃料释放出的全球二氧化碳量,每年增加1个百分点。有人主张各国应郑重承诺它们所使用的可再生能源(例如太阳能、风力、生物能)在2010年之前应该占全球能源生产的15%。

绿色 GDP 简介

GDP(国内生产总值)是一个国家一定时期的宏观经济总量。GDP 主要有两种统计方法,一种是收入法,它是全部要素所有者收入(如工资、利润、利息等)的汇总数。另外一种是支出法,它是全部要素所有者支出(如消费品、投资品、净出口等)的汇总数。收支两个数,是相等的。GDP 能较准确地说明一个国家的经济产出总量,较准确地表达出一个国家国民收入的水平,是目前世界通行的国民经济核算体系。然而,从 GDP 中,只能看出经济产出总量或经济总收入的情况,却看不出这背后的环境污染和生态破坏。实际上经济产出总量增加的过程,必然是自然资源消耗增加的过程,也是环境污染和生态破坏的过程。对于经济发展中的生态成本目前世界上还没有一个准确的核算体系,由于没有将环境和生态因素纳入其中,GDP 核算法就不能全面反映国家的真实经济情况,核算出来的有些数据甚至会很荒谬,因为环境污染和生态破坏也能增加 GDP。例如,发生了洪灾,就要修堤坝,这就造成投资的增加和堤坝修建人员收入的增加,GDP 数据也随之增加。GDP 统计存在着一系列明显的缺陷,长期以来被人们所批评,但长期以来没有得到修正。20 世纪中叶开始,随着环境保护运动的发展和可持续发展理念的兴起,一些经济学家和统计学家们,尝试将环境要素纳入国民经济核算体系,以发展新的国民经济核算体系,这便是绿色 GDP。

绿色 GDP 是指绿色国内生产总值,它是对 GDP 指标的一种调整,是扣除经济活动中投入的环境成本后的国内生产总值。国内外许多专家多年来致力于此项研究,虽取得了重大进展,却也存在着不少争论。目前,有些国家已开始试行绿色 GDP,但迄今为止,全世界还没有一套公认的绿色 GDP 核算模式,也还没有一个国家以政府的名义发布绿色 GDP 结果。

第三节　现代的环境科学

一、环境科学的形成和近代的发展

Environmental Science(环境科学)这个词最早是美国科学家 1954 年提出来的,当时指的还仅仅是研究宇宙飞船的人工环境问题涉及的“环境科学”。尽管环境科学一词的诞生也有 50 余年,但环境科学作为一门独立学科,是近 30 多年的事。上一节我们已介绍了环境问题,而环境科学是在环境问题日益严重后产生和发展起来的一门综合性科学。它的出现,是 20 世纪 60 年代以来自然科学发展的一个重要标志,是研究人类活动所引起的环境质量变化和保护与改善环境的科学。它有两个发展阶段:

（一）有关学科的分别探索

人是会思维的高等动物，人类为了生存，在同自然界的斗争中，逐渐积累了防治污染、保护自然的技术和知识。

公元前 5000 年，中国人已经懂得利用热烟上升的原理，设计制作排烟囱用于烧陶瓷的柴窑，这是考古工作者在我国西安半坡遗址发掘文物时发现的。可以说这是世界上最早的环境工程。

公元前 3000 年，古代印度炼铜中也采用类似的排烟囱。这比中国迟了 2 000 多年。

大约在公元前 600 年，古罗马已懂得修建地下排水道。

19 世纪下半叶，随着经济社会的发展，环境问题已开始受到社会的重视，地学、生物学、物理学、医学和一些工程技术等学科的学者分别从本学科角度出发开始对现在所说的环境科学问题进行探索。如：1847 年，德国植物学家 C. N. 弗拉斯的《各个时代的气候和植物界》一书论述了人类活动到一些植物界和气候的变化；1864 年，美国学者 G. P. 马什所写的《人类和自然》一书从全球观点出发论述人类活动对地理环境的影响，特别是对森林、水、土壤和野生动物的影响，呼吁开展保护运动；1859 年，英国生物学家达尔文的《物种起源》，提出各种生物是进化而来的，认为生物进化同环境变化有很大的关系，生物只有适应环境才能生存——适者生存，不适者淘汰。这些已经逐步深入地把人类和各种生物的生存发展同环境紧紧联系起来讨论了。

这些基础学科和应用技术的进展为解决环境问题提供了原理和方法，但仍是“零敲碎打”的研究方法，还没有形成环境科学的学科体系。

在英国的曼彻斯特，有一种昆虫叫桦尺蠖，其成虫桦尺蠖蛾夜间活动，白天伏在树上休息。在 19 世纪中叶以前，大多数桦尺蠖蛾是浅颜色的，但也可偶见黑色的蛾子。然而，随着工业革命的开始，黑色变种的蛾子成为优势型。桦尺蠖蛾的第一个黑色标本是 1849 年在曼彻斯特捕捉到的，但到了 1895 年，黑色型已占整个种群的 98%。桦尺蠖蛾优势色彩奇迹般变化的原因是：白天，当蛾子伏在树上休息时，浅色种不易被鸟类捕食。因为在自然条件下，浅色型与浅色的桦树干难以区分；相反，黑色种较易被鸟发现，因此就增加了被捕食的机会。随着工业的发展，工厂排出大量烟尘、煤灰把树干都熏黑了，黑色的种反而比浅色的种不易被鸟发现，因此浅色种通过鸟类淘汰，黑色种就保留下来，成为桦尺蠖蛾种群的优势。有趣的是，随着后来曼彻斯特环境的治理，工厂排放的烟尘、煤灰减少了，浅色桦尺蠖蛾又逐渐恢复为优势的种群。

（二）环境科学的出现

从 20 世纪 50 年代环境问题成为全球性重大问题开始，许多科学家（包括生、化、地、医、物理、工程和社会科学家）对环境问题进行共同调查和研究。在各个原有学科的基础上，运用原有学科独特的理论和方法，研究环境问题。通过这种研究，逐渐出现了一些新的分支学科，如环境生物学、环境化学、环境经济学等，从中孕育产生了环境科学。20 世纪 70 年代才开始出

现以环境科学为书名的综合性专门著作。

环境科学的出现:(1)推动了自然科学各个学科的发展。自然科学是研究自然现象及其变化规律的,各个学科从不同的角度去探索、认识自然。环境科学的出现使自然科学的许多学科把人类活动产生的影响作为一个重要研究内容,拓宽了学科研究领域,推动了学科发展,同时也促进了学科间的相互渗透。(2)推动了环境科学整体化的研究。环境是一个完整的有机系统,是一个整体。过去,各门自然科学,比如物理学、化学、地理学、生物学等都是从本学科角度探讨环境科学。然而自然界的各种变化,都不是孤立的,而是多种因素的综合变化。各个环境要素,如大气、水、生物、土壤和岩石同光、热、声等因素互相依存、互相影响。因此,在研究和解决环境问题时必须全面考虑各种因子,实行跨部门、跨学科的合作。现在,环境科学包括了数(数学)、理(物理)、化(化学)、天(天文)、地(地学)、生(生物)、医(医学)、工(工程)、社(社会)、经(经济)、法(法律)、管(管理)等学科。

二、现代环境科学的分支和发展趋势

(一)分支学科

1. 自然科学范畴

(1)环境地学:以人一地系统为对象,研究它的发生和发展、组成和结构、调节和控制、改造和利用。目前学科体系庞大,可再分为:环境地质学、环境地球化学、环境海洋学、环境土壤学、污染气象学等。如其中的环境海洋学主要研究污染物在海洋中的分布、迁移、转化的规律,污染物对海洋生物和人体的影响及其保护措施。

(2)环境生物学:研究生物与受人类干预的环境之间的相互作用的机理和规律。它有两个领域:一个是针对环境污染问题的污染生态学,另一个是针对环境破坏问题的自然保护、生物多样性保护(如资源保护、合理利用,生态农业建设)。

宏观上:研究环境中污染物在生态系统中的迁移、转化、富积和归宿,以及对生态系统结构和功能的影响。

微观上:研究污染物对生物的毒理作用和遗传变异影响的机理和规律(如生态毒理学)。

(3)环境化学:主要是鉴定和测量化学污染物在环境中的含量,研究它们的存在形态和迁移、转化规律,探讨污染物的回收利用和分解成为无害的简单化合物的机理。有两个分支:环境污染化学和环境分析化学。

(4)环境物理学:研究物理环境和人类之间的相互作用。主要研究声、光、热、电、磁场和射线对人类的影响,及消除其不良影响的技术途径和措施。分为环境光(声、热、电磁、放射)学和环境空气动力学、水环境流体动力学等。

(5)环境医学:研究环境与人群健康的关系,特别是研究环境污染对人群健康的有害影响及其预防措施。包括探索污染物在人体内的动态和作用机理,查明环境致病因素和致病条件,阐明污染物对健康损害的早期反应和潜在的远期效应,以便为制定环境卫生标准和预防措施提供科学依据。其领域有:环境流行病学、环境毒理学、环境医学监测等。

(6)环境工程学:运用工程与生态学(生态工程)的原理和方法,防治环境污染,合理利用自然资源,保护和改善环境质量。主要研究内容有大气污染防治工程、水污染防治工程、水的综合利用与回用技术、固体废物的处理和利用,清洁能源、噪声控制等;以及运用系统工程和系统

分析的方法，从区域环境的整体上寻求解决环境问题的最佳方案，包括环境质量管理(ISO 14000)、生态修复规划、环境规划(景观生态规划、GIS和遥感技术的应用)、环境影响评价。

2. 社会科学范畴

(1)环境经济学：研究经济发展和环境保护之间的相互关系，探索合理调节人类经济活动、社会活动(包括人口控制)和环境之间的物质交换的基本规律，其目的是使经济活动能取得最佳的经济效益和环境效益。

(2)环境管理学：研究采用行政的、法律的、经济的、宣传教育的和计算机信息等科学技术的各种手段来调整社会经济发展同环境保护之间的关系，处理国民经济各部门、各社会团体和个人有关环境问题的相互关系，通过全面规划和合理利用自然资源，达到保护环境和促进经济发展的目的。

(3)环境法学：研究关于自然资源保护和防治环境污染的立法体系、法律制度和法律措施，目的在于调整因保护环境而错失的社会关系，以及各种环境法规，环境纠纷处理方法、技术、程序。

环境科学现有各分支学科，正在蓬勃发展，还将出现更多新的分支学科。这种发展情况将使环境科学成为一个庞大的学科体系。

环境是一个有机的整体，环境污染又是极其复杂、涉及面相当广泛的问题。尽管它们各自发展不断分支，各有特色，但又相互渗透，相互依存，是环境科学这个枝繁叶茂体系不可分割的组成部分。

(二)发展趋势

现代环境科学研究的重点已逐步转向长远性、探索性，由定性到定量，由短时急性效应到长期慢性效应，由研究一般污染物到新的污染物，由点源到非点源，由事后治理到预先防治。

这种趋势的特点是：以整体的观念剖析环境问题，更加注重研究生命维持系统；扩大生态学原理的应用范围；提高环境监测的效率；注意全球性问题和学科交叉；已发展成为一级学科(环境科学与工程)，是21世纪带头学科之一。

[思考与练习]

1. 什么叫环境？如何理解环境的含义？
2. 什么是环境问题？环境问题是如何产生的？
3. 次生环境问题与原生环境问题有何联系？
4. 当代环境问题有何特点？
5. 简述环境问题的发展和现代环境科学发展的历史。
6. 简要了解历史上“八大公害”事件的地点和起因的污染物。
7. 了解1992年联合国环境与发展大会上《地球誓言》的深刻含义。
8. 目前全球性的环境问题有哪些？你最有感触的是哪些？
9. 环境科学研究的对象与有关的自然科学部门有何区别？
10. 环境科学的研究对象和研究的主要内容是什么？
11. 当前环境科学的主要任务有哪些？
12. 了解近两年世界环境日的主题及意义。

13. 谈谈你对解决环境问题的认识。解决环境问题的根本途径有哪些?
14. 绘制环境科学的学科分支表,并且根据表格说说你对该学科知识体系和发展前景的看法。
15. 举例说明现代环境科学发展的趋势与特点。
16. 了解你所学的或兴趣的学科处在环境科学庞大体系的哪一个位置。它与其他学科的关系如何?

[推荐读物与网络资源]

钱易,唐孝炎. 2000. 环境保护与可持续发展(第一版). 北京:高等教育出版社

Eldon D. Enger, Bradley F. Smith. 1994. 环境科学:交叉关系学科(第七版). 大学环境教育丛书(影印版). 2002. 北京:清华大学出版社

B. J. 内贝尔. 1981. 环境科学:世界存在与发展的途径. 范淑琴,张国金,梁淑文,陈培林 1987 年译. 北京:科学出版社

J. M. 莫兰,M. D. 摩根,J. H. 威斯麦. 1979. 环境科学导论. 北京环保局 1986 译. 北京:海洋出版社

何强,井文涌,王翊亭. 1994. 环境学导论(第二版). 北京:清华大学出版社

何强,井文涌,王翊亭. 2004. 环境学导论(第三版). 北京:清华大学出版社

曲格平. 1999. 环境保护知识读本. 北京:红旗出版社

曲格平. 1984. 环境科学基础知识. 北京:中国环境科学出版社

刘培桐,薛纪渝,王华东. 1995. 环境学概论(第二版). 北京:高等教育出版社

关伯仁主编. 环境科学基础教程(第一版). 1995. 北京:中国环境科学出版社

左玉辉主编. 环境学(第一版). 2002. 北京:高等教育出版社

樊芷芸,黎松强. 2004. 环境学概论(第二版). 北京:中国纺织出版社

盛连喜,曾宝强,刘静玲,冯江. 2002. 现代环境科学导论. 北京:化学工业出版社

李爱贞. 2001. 生态环境保护概论. 北京:气象出版社

G. M. 马斯特斯. 1974. 环境科学技术导论. 程俊人 1982 年译. 北京:科学出版社

朱正威,李文鼎,赵学漱,翟立原,秘际韩,王存志,姜象鲤,沈白榆. 1991. 环境教育教师指导书. 北京:教育科学出版社

刘静玲. 2001. 人口、资源与环境. 北京:化学工业出版社

宋建军,张庆杰,王海峰. 2001. 环境、资源与人口. 北京:中国环境科学出版社

www.zhb.gov.cn 国家环境保护总局

www.craes.cn 中国环境科学研究院

www.sepacec.com 国家环保总局环境认证中心

www.cenews.com.cn 中国环境报社

www.chinacses.org 中国环境科学学会

www.cepi.com.cn 中国环保产业协会

www.cepf.org.cn 中华环境保护基金会

www.cfej.net 中国环境新闻网

www.greenschools.com.cn 绿色学校

www.gefchina.org.cn 中国全球环境基金

www.cesp.com.cn　中国环境科学出版社
www.sdinfo.net.cn　中国可持续发展信息网
www.chinaeol.net　中国环境在线
www.gefchina.org.cn　全球环境基金中国网站

第二章　生态学基本原理

环境科学是综合性的科学，生态学则是其理论基础之一。可以从两个方面来理解这句话：第一，由生态学本身的定义所界定的，生态学就是研究生物与其外界环境之间的相互关系的科学；第二，当前环境科学中遇到的一系列问题（人口、资源、能源、粮食、环境污染）的解决都离不开生态学的基本原理。人类社会所面临的许多环境问题就其本质而言都是生态问题。生态学在促进环境问题研究方法的发展方面起着关键的作用。实际上环境危机、生态危机、人口爆炸等问题都是生态学工作者首先觉察出来的。

然而环境科学与生态学也有一定的区别。生态学研究的中心事物是所有的生物，而环境科学研究的中心事物是人，而非一般的生物。人也是生物，环境科学就是研究以人为中心事物的生态学。环境科学就是以人类与环境这对矛盾为对象，研究其对立统一关系的发生和发展、调节和控制以及利用和改造的科学。

为了学好环境科学知识，必须掌握好生态学的知识，把它作为理论基础。然而生态学知识如浩瀚大海，本身就是一门大学科，本章只介绍最基本的生态学常识及与环境科学有最为直接关系的部分内容。

为了节省篇幅，本章内容主要以提要的形式出现，读者学习环境科学时还应根据本章后推荐的参考书进一步详细学习，扩大生态学的知识，才能满足环境科学学习的需要。

第一节　生态学及其研究内容、分支学科

一、生态学的定义

“生态学”一词是1869年德国生物学家赫克尔（Haeckel）提出来的。

生态学英文名词来源：Ecology（英文）←*ockologie*（希腊文）

ockologie：*oikos*（住处或栖息地）＋*logos*（科学）

另一方面，经济学Economics的前缀“Eco”是管理家庭的意识。Ecology和Economics都以“Eco”为前缀，可见两门学科的关系十分密切。

生态学是研究生命系统与外界环境系统之间的相互关系及其机理的科学。这里所说的生命系统包括动物、植物、微生物本身及其之间的相互关系；外界环境系统可分为生物环境和非生物环境。生态学是一门发源于生物学而又越来越独立于生物学的研究生物、环境及人类社

会相互关系的科学，是一门研究个体与整体关系的系统科学。(E. P. Odum，1997 年)

二、生态学的研究内容

1. 以自然生态系统为对象：探索环境对生物的作用，生物对环境的反作用及其相互关系的规律。

生命演化与层次大体可分为 14 个级别(图 2-1)。生态学主要涉及后 4 个级别，即种群、群落、生态系统和生物圈，或包括个体生态。

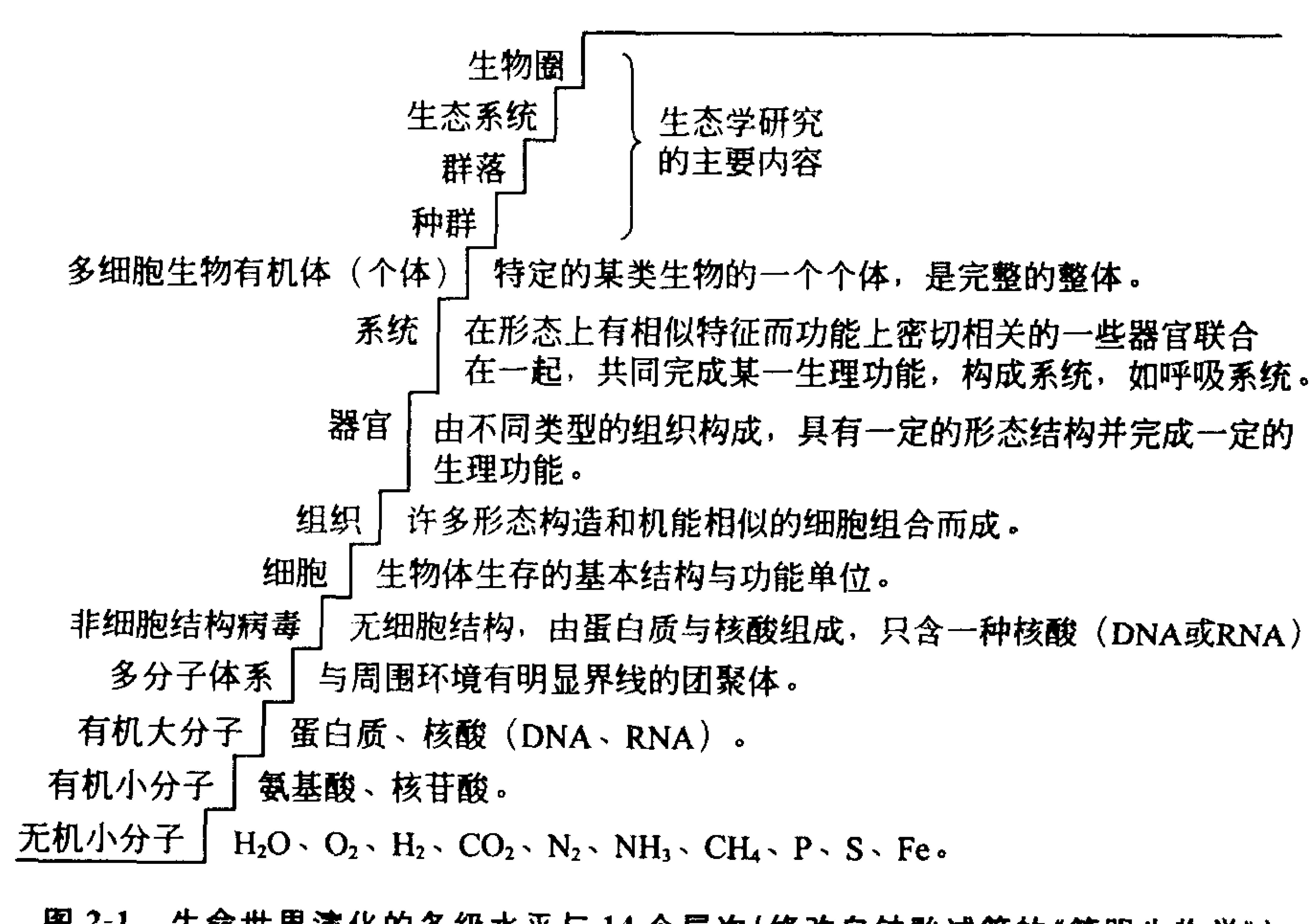


图 2-1 生命世界演化的各级水平与 14 个层次(修改自钟贻诚等的《简明生物学》)

2. 以人工生态系统或半自然生态系统为对象：研究不同区域系统的组成、结构、功能。当前研究的主要内容中纯粹自然生态系统已很少，大多为受干扰的(disturbed)生态系统。

3. 以社会生态系统为对象：生态学与社会经济的结合，如人口与社会经济发展的关系等。

生态学有许多分支学科。这些学科及其相互关系可以用图 2-2 来表示，每一个分支学科都与现代环境科学的学科密切相关。

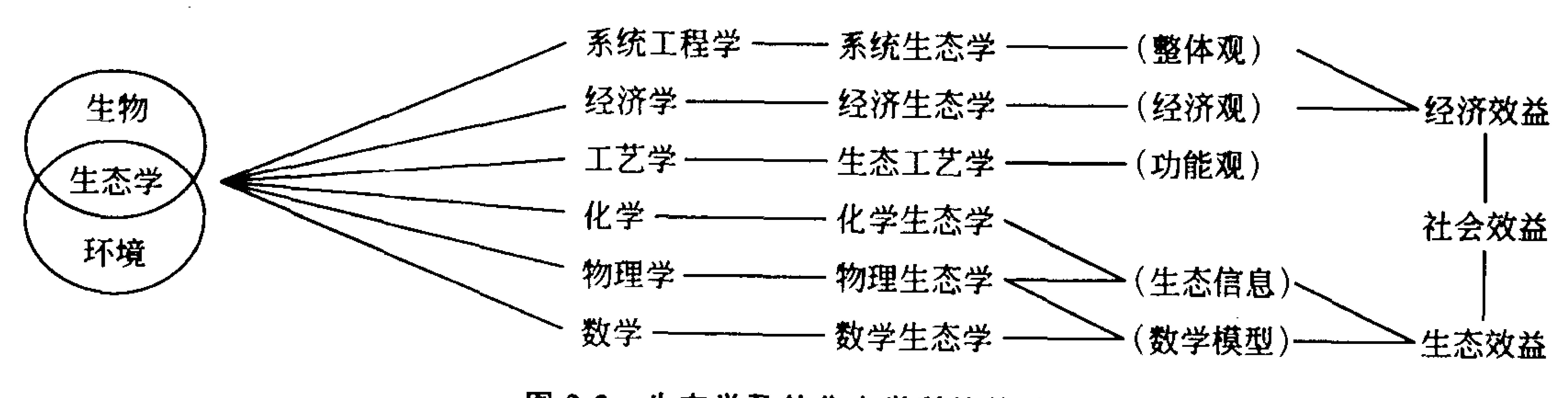


图 2-2 生态学及其分支学科的关系

从图 2-1 的阶梯层次可以了解到生态研究的范畴包括：

(1)个体生态学(ecology of individuals)：以生物个体为研究对象，探讨生物与环境之间的关系，特别是生物体对环境的适应性。它可以通过控制条件下的实验研究，检验生物体对各种环境因子的要求、耐受和适应范围。个体生态学是生理学和生态学交叉的边缘学科，在现代生态学中仍占有重要的位置。

(2)种群生态学(ecology of population)：研究栖息于同一地区同一生物个体的集合体所具有的特征，包括种群的年龄组成、性比例、数量变动与调节等及其与环境因子的关系，研究种群生态学对合理利用生物资源和防治有害生物(如生物入侵)具有特别重要的意义。

(3)群落生态学(community ecology)：研究栖息于同一地域中所有种群集合体的组合特点、它们之间及其与环境之间的相互关系、群落的形成与发展等等。

(4)生态系统生态学(ecosystem ecology)：生态系统是生物群落与其栖息环境相互作用所构成的自然整体。生态系统包括生产者、消费者和分解者以及它们周围的非生物环境，是生态学研究的基本单位。生态系统生态学主要研究系统内能量流动、物质循环和信息传递及其稳态调节机制，这是现代生态学研究的主流。

(5)生物圈(biosphere)：现代生态学的研究对象越来越大甚至包括整个生物圈。生物圈是地球上最大的、接近自我维持的生态系统，是地球上全部生物及与之发生相互作用的物理环境的总和。其范围大体上包括大气圈的下层、岩石圈的上层以及整个水圈和土圈。地球上所有的生命都在这个“薄层”里生活，故称生物圈。

随着全球性环境问题日益受到重视，如全球性气候变化、酸雨、臭氧层破坏、荒漠化、生物多样性减少，全球生态学已应运而生，并已经成为民众普遍关注的领域。

虽然多数生态学家认为生态学涉及的是有机体以上的系统层次，但在微观方面的研究现在也引起许多专家学者的重视，如近年来迅猛发展的分子生态学(molecular ecology)、量子生态学等新兴的学科，在微观世界进行宏观的探索。但就目前而言，生态学研究的重点还是在于生态系统和生物圈中各组成成分之间，尤其是生物与环境、生物与生物之间的作用。

生态学在研究生物与自然环境相互作用时，还必须依靠生物以外的其他自然科学，诸如气象学、气候学、海洋学、土壤学等等。生态学的一些原理已经深入到许多自然科学学科之中，并被广泛地接受。学科间的相互渗透，发展边缘学科，建立学科间的综合性研究，是现代科学发展的特点，也是生态学发展的特点。

第二节　有关种群、群落的基本知识

一、种群数量变动规律

(一)种群的定义

种群是指某特定时间，栖居在某个自然区域内的同种有机体的组合(一定空间里同种个体

的集合)(见图 2-3)。

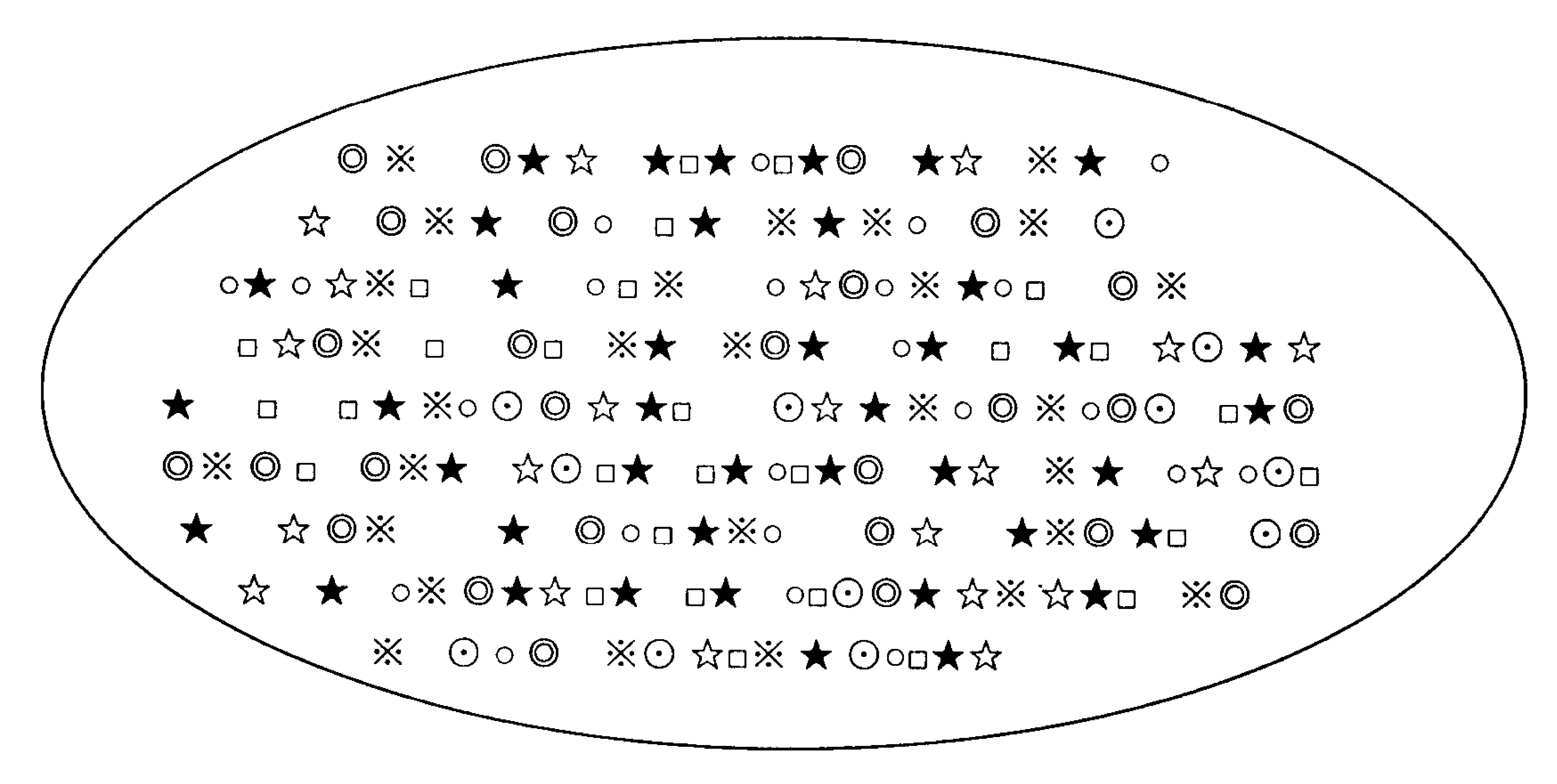


图 2-3　种群、群落与生态系统的关系

图中每一符号(★ ☆ □ ⊙ ○ ◎ ※)代表一个个体,同一符号的所有个体的组合代表种群。

所有种群的整合代表群落。群落加上相应的环境代表生态系统。地球上各种生态系统构成生物圈。

种群是由个体组成的,但绝不是简单的相加,而是通过种群内关系结合而成的整体。一个种对环境和人类的影响取决于它的种群数量的大小。种群大小指一个种的个体数目多少。具体由以下参数衡量:

(1)种群数量:一定面积或容积中某个种的个体总数。

(2)种群密度:用单位面积或单位容积内的个体数目来表示种群大小。

种群数量变动取决于出生率和死亡率、迁入和迁出这两组因素(图 2-4)。

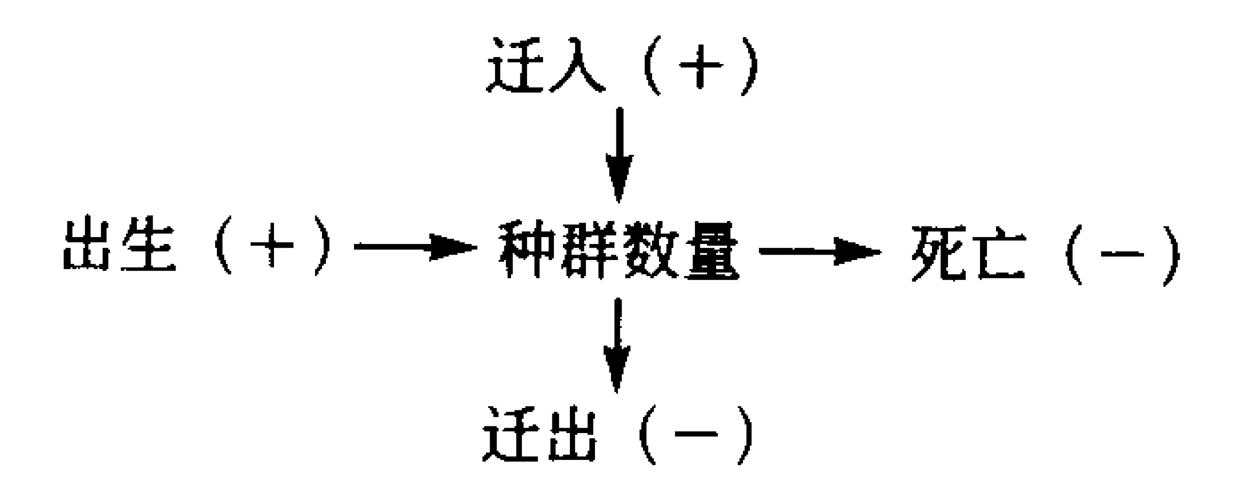


图 2-4　种群数量变动影响因素示意图

出生率(natality):单位时间内生物繁殖后代个体的平均数(单位时间内出生的个体数同生物总数之比)。

死亡率(mortality):单位时间内生物死亡的个体平均数(单位时间内死亡的个体数同生物总数之比)。

如:某种群 500 个个体,生 50 个,死 10 个

则
$$出生率=\frac{50}{500}\times 100\%=10\%$$
$$死亡率=\frac{10}{500}\times 100\%=2\%$$

(二)存活曲线

存活曲线是由种群个体存活的数量的自然对数值为纵坐标,以种群的平均年龄阶段为横坐标画出的曲线,它可以直观地看出在不同的年龄阶段,在环境的影响下种群数量的变动情况(图 2-5)。

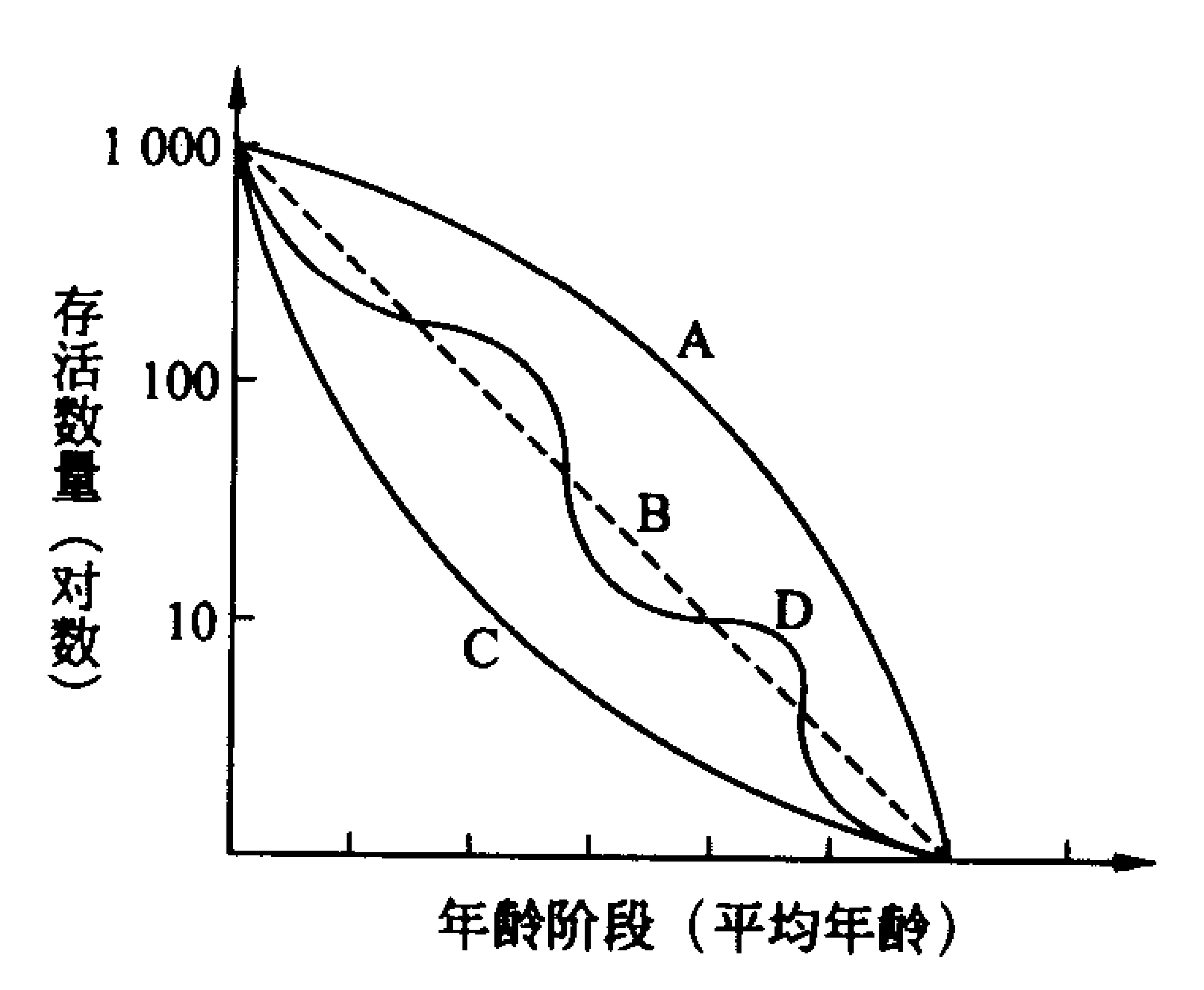


图 2-5　存活曲线示意图

A. 凸形:接近生理寿命之前死亡的个体不多。
B. 对角线形:个体的生命在各年龄期的死亡率相等。
C. 凹形:死亡多发生在幼体,种群中活到生理寿命的个体很少。
D. 波浪形:不同年龄中个体死亡变化波动很大(常因环境变化造成的)。

(三)性比和年龄结构

(1)性比:种群中雌性与雄性在数量上的比例,是推测种群未来发展趋势的一项指标。

(2)年龄结构(年龄组成、年龄分布):种群内各个体的年龄分布状况,即各个年龄级的个体数在整个种群个体总数中所占的百分数,可反映种群当时的发育阶段,并预示种群数量变化动态和发展趋势(图 2-6)(在研究人口问题上的应用广泛)。

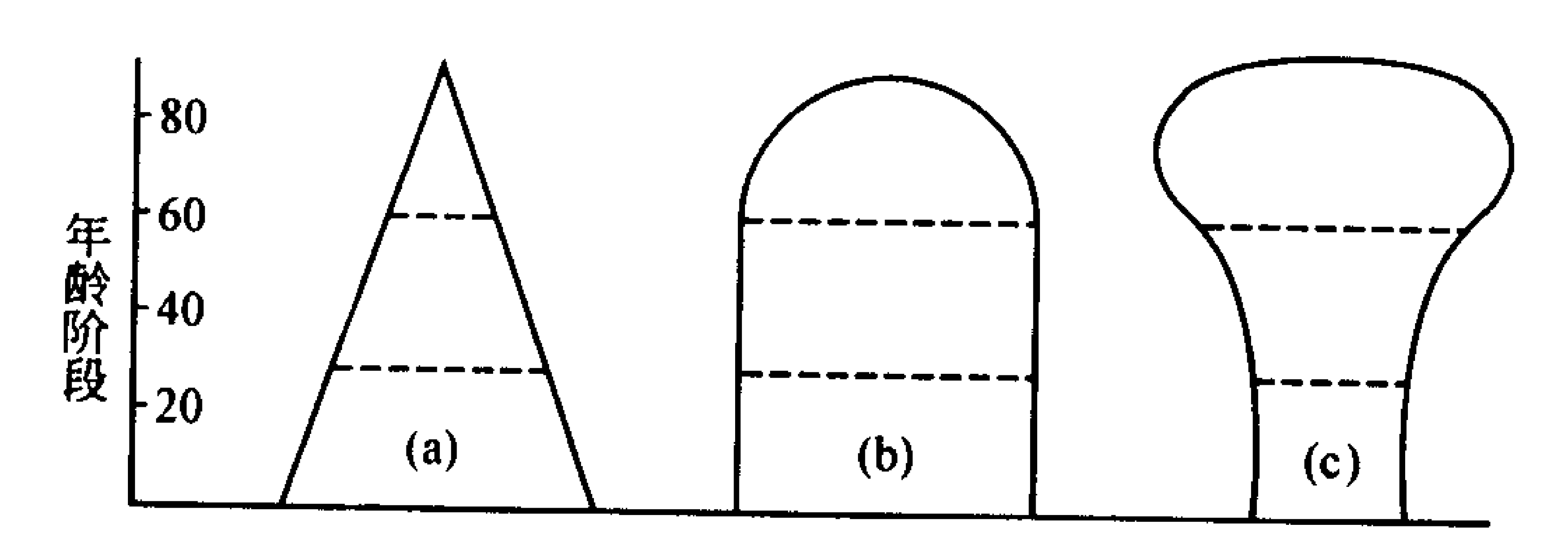


图 2-6　不同种群年龄结构的比较

增长型(a):幼年个体占最大百分数,老年最少,种群数量呈上升趋势。
稳定型(b):各年龄级的个体数分布比较均匀,种群的大小趋于稳定。
衰退型(c):与(a)相反,老年个体数很大,幼年个体数很少,种群数量趋于减少。

二、种群数量变动原因

(一)指数增长

时间 t 之末的种群数

$$N_t=N_0+(b-d)$$

N_0——起始种群数，

b——出生数，

d——死亡数。

种群在单位时间内或某一瞬间增长率(r)为：

$$r(\%)=\frac{N_t-N_0}{N_0}\times 100$$

$$\frac{dN}{dt}=rN \quad \text{(设环境资源不受限制，增长率 } r \text{ 为一恒值)}$$

其指数式为 $N_t=N_0e^{rt}$(e 为自然对数的底)，表示种群在这种环境状况下呈指数式增长。当 $r>0$，种群按指数曲线形式无限制地增长，呈"J"字形指数生长曲线；当 $r=0$，则 $N_t=N_0$，种群数量不变；当 $r<0$，种群数量减少，种群可能衰退。

(二)逻辑斯谛增长方程(logistic growth equation)曲线

环境负荷量：实际上，环境条件(包括资源、食物、生活空间等)所能支持的种群最大数量有限，其极限值称环境负荷量，用 K 表示。

当 $N\approx K$ 时，

$$\frac{dN}{dt}=0$$

种群不再增长。

Verhulst(1839)及 Pearl 和 Reed(1920)最早提出描述公式，即逻辑斯谛增长方程：

$$\frac{dN}{dt}=rN\frac{K-N}{K}$$

K 为环境负荷量。

当 $K-N>0$，种群数量增长；

当 $K-N<0$，种群个体数目减少；

当 $K-N=0$，种群大小基本处于稳定的平衡状态。

上式积分得：

$$N=\frac{K}{1+e^{a-rt}}$$

式中 $a=\frac{r}{K}$。

此方程画出的曲线开始时呈指数增长趋势("J"字形，图 2-7)，后来增长趋势逐渐缓慢，最后(在接近环境负荷量 K 时)达到比较稳定的停滞水平，呈现"S"字形(图 2-7)。

(三)生物势与环境阻力

1. 生物势：生物在没有任何限制的环境中增长的潜在速率，又称内禀增长率(r)。

2. 环境阻力：环境因素限制生物增殖的力量。$(K-N)/K$ 表示在 J 形和 S 形曲线之间（图 2-7）。

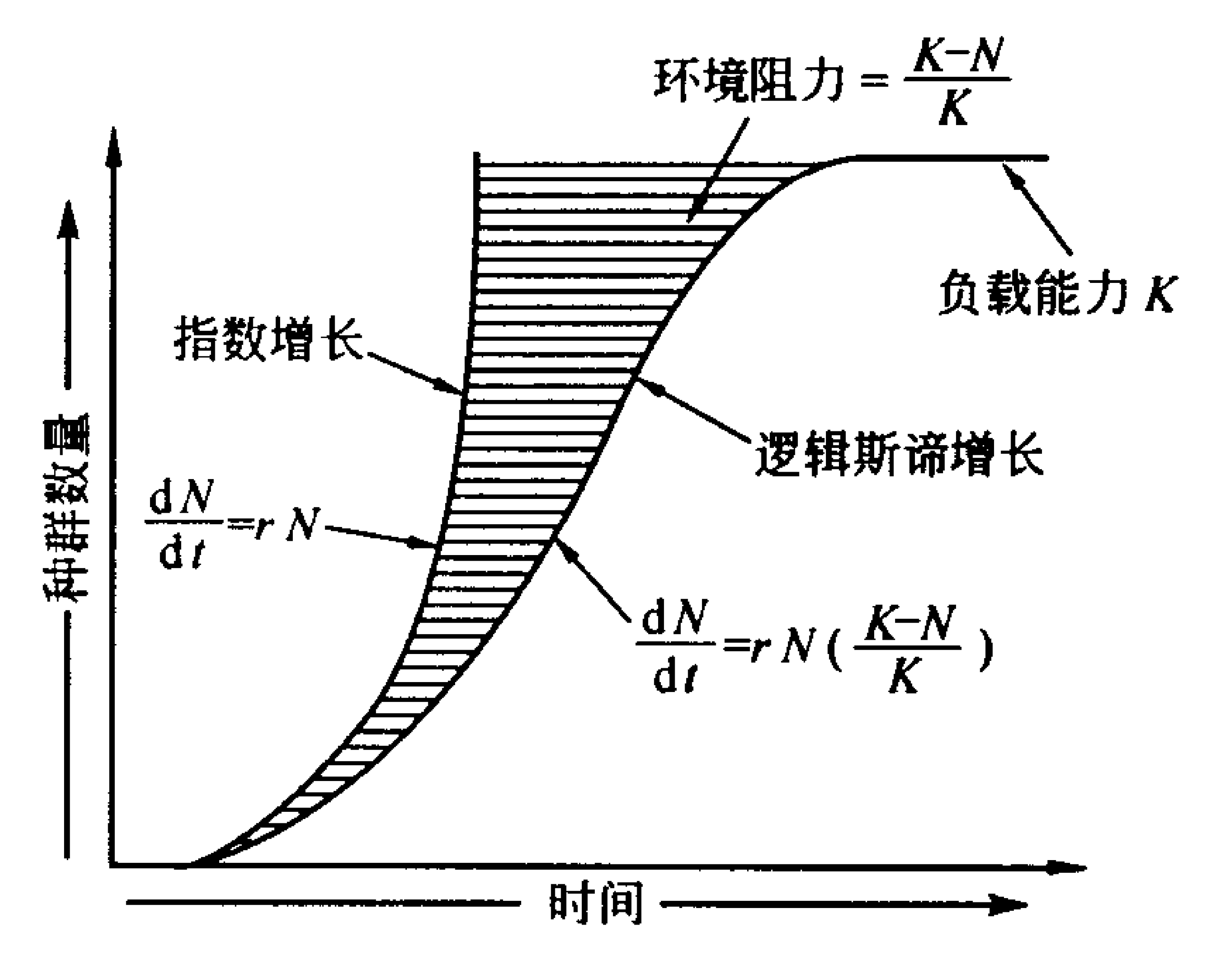


图 2-7　环境阻力示意图

(四)种群的平衡与种的关系

1. 种群的平衡

指种群的数量在相当长的时间内维持在一个水平上的情形，是一种动态平衡。这阶段出生数和死亡数大致相等，互相抵消。

2. 种内关系：指同种个体之间的关系

(1)种内斗争：如某些肉食性鱼类。具有生物学和资源保护的意义。

(2)种内互助：如社会性昆虫、蚂蚁、蜜蜂、鸟类。

(3)种内寄生：指同种个体之间，甲个体靠消耗乙个体的物质为生。

3. 种间关系

(1)竞争

竞争排斥原理(高斯假说)：在一个稳定环境内，两个以上受资源限制的，但具有相同资源利用方式的种，不能经久地共存在一处，能较好利用环境中有用资源的一个种必定排挤另一些种。将逻辑斯谛公式扩展到两个种竞争的种群上：

$$\frac{dN_1}{dt}=r_1N_1\ \frac{K_1-N_1-\alpha N_2}{K_1}$$

$$\frac{dN_2}{dt}=r_2N_2\ \frac{K_2-N_2-\beta N_1}{K_2}$$

$\alpha(\beta)$为竞争系数，表示在物种 1(或 2)的环境里，每存在一个物种 2(或 1)的个体，对物种 1(或 2)种群的负效应。

(2)捕食：竞争的一种方式。

(3)共栖：指两种生物生活在一起，一种受益，对另一种没有不良影响。

(4)共生：指两种生物共同生活在一起，彼此都有利，如果失去一方，另一方就不能生存。

(5)寄生：指一种生物寄居于另一种生物的体表或体内，并依靠对方的“供养”而生活。得益的一方叫寄生物，受害的一方叫宿主。

(6)协调：自然界中各种生物的关系总的是处于协调之中的。人类在利用自然资源时应当是作“精明的捕食者”。

4. 决定种群数量变动的因素

(1)气候因子：包括温度、降水、光照等。

(2)生物因子：种间的互相制约，如化感作用等生物个体间的捕食广泛用于生物防治，可达到无污染、成本低的效果。

(3)食物因素：利用控制食物来管理动物种群。

(4)种内关系：种群自动调节。

三、群落的基本概念

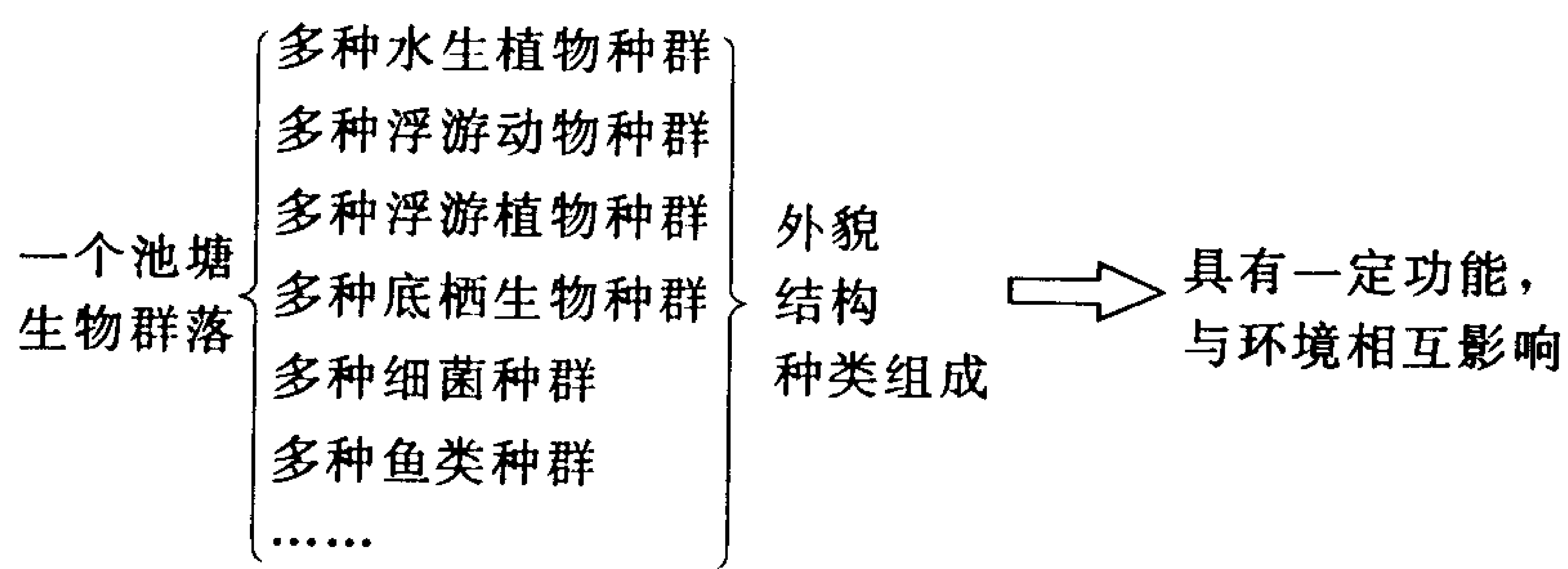
(一)概念

群落是不同种的种群有规律的集合体。

对于植物群落，这里的“有规律”体现在：

1. 通过一定的发展过程，植物群落是强调在长期历史过程中发展而成的，具有了一定的外貌、结构和种类组成。

2. 群落内种群和种群之间，种群和环境之间已建立一定的联系。



群落并不是各种生物杂乱的堆积或相加。注意把群落和偶然的“群聚”区别开来。

(二)植物群落的外貌

即群落外部的“样子”(外观)，是植物群落长期适应外界环境的一种外部表征。

生活型是指植物在外界综合环境的长期作用下所显示的适应形态。同种植物在不同环境条件下，生活型可能不同。

不同种植物在相同的环境条件下，也会有相同的形态反应和适应形式(相同的生活型)，这是植物在相同环境作用下的趋同适应。

1. 若恩开尔生活型(C. Raunkiaer)：分类基础是植物度过不利时期对恶劣条件的适应形式，即根据抵抗芽(休眠芽)所处的位置高低来划分，把高等植物划分成5类(图 2-8)：

(1)高位芽植物：乔、灌木、热带草本，15 亚类。

(2)地上芽植物：抵抗芽离地不超过 30 cm，4 亚类。

(3)地面芽植物：仅地面处有芽，3 亚类。

(4)地下芽(隐芽)植物：土表之下或水面之下有芽存活，7 亚类。

(5)一年生种子植物:以种子的形式度过不良季节。

(植物于不利季节枯死部分未着深色;具更新芽的多年生部分着深色)

图 2-8 Raunkiaer 生活型划分的示意图

2. 生活型谱:不同的气候区域中的植物区系里,各种植物类型(生活型)的对比关系是不同的,这种对比关系称为生活型谱(表 2-1)。

表 2-1 表征不同气候区域生物类型的生活型谱(%)

项目与地区	高位芽(Ph)	地上芽(Ch)	地面芽(H)	地下芽(G)	一年生(Th)
1 000 种植物标准谱	46	9	26	6	13
400 种植物标准谱	47	9	27	4	13
热带地区	61	6	12	5	16
沙漠地区	12	21	20	5	42
北极地区	1	22	60	15	2
丹　　麦	7	3	50	22	18
俄国科斯特罗马省区	7	4	52	19	18

表 2-1 可以说明以下问题:

(1)植物的生活型谱组成与当地的气候、环境条件是相适应的。

(2)植物的生活型谱可以用来指示气候和环境。植物可以监测气候和环境质量。

四、群落的结构与分布

(一)群落的结构

1. 群落的垂直结构:分层现象。

2. 群落的水平结构:平面上不同的小群落。

3. 生态位(niche):生态位指生态系统中(或群落中)一个生物种群的功能作用以及它在时间和空间上的地位。

(二)群落的分布

1. 垂直分布

海拔每升高 180 m,气温一般要下降 1 ℃。温度进而影响降雨、湿度、风速、土壤和其他生

物。因此海拔高度通过气温等一系列作用来影响群落的分布。

2. 水平分布

不同纬度的气候不同，各种气候因子共同作用影响群落分布。

植物群落基本上随纬度有规律地分布。

3. 我国陆地植物群落分布类型

我国陆地植物群落分布类型主要有：①针叶木本植物群落；②落叶阔叶木本植物群落（温带夏绿林）；③常绿阔叶木本植物群落；④雨林木本群落；⑤干燥草本群落；⑥干荒漠群落；⑦高寒植物群落。

世界的群落类型还要再加上极地、苔原、热带草原、海洋生物群落、淡水生物群落。其中海生群落包括大洋、岩岸、泥沙岸生物群落等。

五、植被调查

植被是指整个地球上全部植物群落的总和。植物群落是植被的基本单元。如前所述，植被对环境具有指示作用。植被调查在环境评价和环境规划中有重要作用。

进行植被调查的方法很多，如常用的有样方、样带、样线、样圆。面积根据调查类型来决定，一般乔木 10 m×10 m，灌木 5 m×5 m，草本 1 m×1 m。

六、群落的演替与环境因子的关系

（一）演替的概念

演替（succession）是指群落经过一定历史发展的时期，由一种类型变为另一种类型的顺序进程。

（二）演替的动力

1. 内因动态演替（内源演替）

2. 外因动态演替（外源演替）

造成演替的外因有：（1）气候性；（2）土壤性；（3）动物性；（4）植物性；（5）火成性；（6）人为性。

一切演替都是群落发展的必然规律，根据热力学第二定律，自然现象总是朝平衡方向发展，朝熵值增大的方向进行。

（三）演替的基本类型

1. 原生演替：从没有土壤和高等植物繁殖体的裸岩上开始的群落演替。

2. 次生演替：从一个生物群落被破坏，但没有完全消灭的地区开始的演替。

（四）演替的顶极理论

演替是一个历史发展过程，是一个不断建立平衡和打破平衡的过程，它的发展趋势是向群落更稳定化的方向发展，最后达到一个稳定阶段的植被，即该阶段的植被与该地气候、土壤、地

形相适应、最协调，这个终点，称为演替顶极或顶极群落。在顶极群落里，能量的输入和输出互相平衡；不存在物种更替，与物理环境相对平衡，是一个自我维持系统。

第三节　生态系统的基本知识

生态系统是生物群落(包括动物、植物和微生物)及其环境，通过各个组成要素间的物质循环和能量流动而形成的，具有统一功能的整体，是自然界的基本功能单位。

生态系统的概念是 Tansley 1935 年首先提出。生态系统可大可小。生物圈可看作一个全球的生态系统。

一、生态系统的基本组成

(一)生产者

主要是绿色植物及光合细菌，能把环境中简单的无机物合成为自身的有机物，贮存太阳能。

$$6\ H_2O+6\ CO_2+2\ 963\ kJ\xrightarrow[\text{叶绿素}]{\text{太阳光}}C_6H_{12}O_6+6\ O_2\uparrow$$

(二)消费者

主要是动物或以有机物为营养的其他异养生物。其中草食动物为一级消费者，吃一级消费者的(肉食动物)叫二级消费者，吃二级消费者的叫三级消费者。

(三)还原者(分解者)

主要为细菌、真菌和某些原生动物。它们能把动植物残体分解成植物可重新利用的无机养料，归还给环境，为生产者再次利用。

(四)非生物环境

1. 光、温、大气、水分、土壤、pH 值(生物生存的自然条件)。
2. C、H、O、N、P 等无机物质(构成有生命物质的物质基础)。
3. 腐殖质、蛋白质、脂肪等有机物质(联系生物与非生物之间的有机物)。

二、生态系统的营养结构和功能

(一)食物链和食物网

生态系统中生物之间由于食物关系所形成的联系，即以能量和营养的联系而形成的各种

生物之间的链索，称为食物链。食物链上的每一个层次都称为一个营养级，彼此交错的食物链构成食物网。

从生态系统食物链的概念出发，当我们准备对生态系统中某一个成员（某一环节）施加干预时，应考虑到它对各个成员，乃至整个生态系统可能产生的影响和后果。也就是说，应把我们的思想从干预某一种生物，或环境中某一因素，提高到可能会干预整个生态系统的水平上来认识。这种理念在环境影响评价工作中得到充分重视和采纳。我国的环评法已明确对区域的开发必须进行环境影响评价，一些先进的国家甚至对政府出台重大政策也必须进行环境影响评价。

（二）生态金字塔

当物质和能量通过食物链而流动时，高一营养级的生物是不能全部利用低一营养级生物所贮存的有机物和能量，有部分能量未被利用，或消耗于生命的呼吸过程。

每经过一个营养级，能流量都要剧烈地减少一次，将通过各营养级的能流量由高至低画成一个图，就会出现底大、上尖的“金字塔”。包括能量金字塔、数量金字塔、生物量金字塔，统称为生态金字塔。

（三）生态系统的主要功能——能量流动、物质循环

1. 能流模式特点

（1）生态系统中的能流是单向的，即单向流动，不可反复利用。

（2）能量在各营养级的流动过程中层层递减。

“十分之一”定律：每经过一个营养级，能流的总量就要大大地减少；后一个营养级只能利用上一个营养级大约十分之一的能量。

（3）能量流动是以物质的形式为主要传递形式的。能量贮存于物质的化学键中，当物质在生态系统流动时，会由一种化合物转变为另一种化合物，这样贮存于其中的能量也随之而变化和转移。能流和物流是两个密切联系难以分割的过程。

2. 生物生产力

绿色植物通过光合作用，把太阳能转变成贮存在化学键中的化学能的过程叫做生态系统的初级生产过程。单位时间、单位面积内的初级生产称为初级生产力，用 gC/m^2 表示。

$P_g=P_n+R$ 或 $P_n=P_g-R$，这里 P_g 为总初级生产力，P_n 为净初级生产力，R 为呼吸的消耗。

1964 年成立的国际生物学规划（IBP）为全球制定生物资源管理和环境改良计划。1970 年联合国 UNESCO 成立“人与生物圈”（MAB），1979 年中国也正式成立了 MAB 国家委员会。

除了初级生产者以外，其他有机体的生产称为次级生产，次级生产者利用初级生产量进行生长、发育、繁殖以及营养物质的贮存和积蓄。

3. 物质循环

自然界中有 20 多种重要的元素是生物生长所必需的，其中主要有 C、H、O、N 和 P 五种，占全部原生质的 97%以上。这些元素在生物与生物之间，又在生物与无机环境之间反复循环，带有全球性，称为生物地球化学循环。

物流是一个循环过程，物质可以被反复利用。生物圈中的物质都处于永恒的循环变化之中。

从生态系统的物质循环功能可以得出这样的概念，即：自然资源与废物、污染物之间没有绝对不可逾越的鸿沟，它是根据其是否符合人类需要和利益划分的。“废物”是不适当的时间，不适当的量，放在不适当位置上的资源。所以现在一般不称“固体废弃物”，而改称“固体废物”，体现了“废物”不可“弃”的理念。

下面简要介绍几种主要的物质循环。

(1)水循环：地球上有水 139 亿亿立方米，97.41%是海水，2.59%的淡水大部分存于南北极冰雪。

(2)碳循环：碳是构成有机体的重要成分，约占有机干物质的 49%，没有碳就没有生命。

地球上蕴藏在地下的矿物燃料，煤有 75×10^{11} t。煤和石油中的碳比目前地球上活着的有机体所含的总碳约多 50 倍以上。

地球上的碳有两类库，即：

①贮存库：贮存于岩石中的碳。容量很大，流通率低，只有 8 g/(m^2 · a)。

②交换库(循环库)：碳在生物体和它们生活的环境之间的交换。容量小，流通率很大，达 400 g/(m^2 · a)，十分活跃。

地球上 99.9%的碳被岩石圈束缚着(以碳酸盐的形式)。碳在海洋中约占 0.1%，在大气中约占 0.002 6%。

现代人类将地质年代贮存在地下的碳加以利用，使其重新加入到自然界碳循环的行列，使碳的流通率比正常情况大大增加，大气中 CO_2 浓度增加，破坏了生物圈中的 CO_2 平衡，使温室效应加剧。

(3)氮循环：氮是构成生物体的重要成分。在大气中，氮占 79%。氮是化学性质不活泼的一种气体。绝大部分生物无法直接利用大气中的氮。微生物在生态系统的氮循环中起很大作用。氮循环包括以下两类：①氮的大循环：是指氮在生态系统中的循环。②氮的小循环：即指氮化物进入土壤或水中，仍回到土壤及水中的循环。

工业固氮：2000 年每年产量超过 1 亿吨。自然界里通过闪电固氮、固氮微生物、蓝藻来将大气中的氮转化为高等植物可直接利用的氮素。

(4)硫循环：自然界的硫源自火山爆发、石化燃烧、动植物残体分解，经植物吸收、进入食物链。排放到大气中的 SO_2 是引发酸雨的主要成分。

(5)磷循环：自然界的磷主要来自含磷酸盐的矿石，经侵蚀进入生态系统的循环。

磷肥和含磷洗涤剂使城市污水含磷量增加，进入河流、海湾，引起富营养化和赤潮。有些城市和地方已经禁止使用含磷洗衣粉。如厦门市环保局、技术监督局、工商管理局等部门联合发出通告，要求从 1999 年 10 月 1 日起禁止生产、销售、使用含磷洗衣粉。

三、生态系统的平衡

(一)生态系统的自我调节能力和稳态

通过调节自身的功能，来维护机体相对稳定的状态叫自我调节能力。在受到外来干扰之后，生态系统通过自身的调节而维持其相对稳定的状态叫稳态。但是这种干扰不能超过生态系统的“阈值”，否则将生态失调。

(二)生态系统的功能之三——信息传递

生态系统的信息传递是生物体通过自己的神经系统和内分泌系统等,在个体与个体之间、种群与种群之间、生物与环境之间发生的相互联系。这种联系在某种情况下支配着生态系统前述的两个功能,即能量流动和物质循环。

生态系统信息传递的方式包括:

A. 物理信息:①光,②声,③接触信息。如鸽子对磁场的感知。

B. 化学信息:生物在活动和代谢过程中分泌一些化学物质,被其他生物所接收而传递。如“相克物质”、化感物质。

C. 营养信息:由于外界营养物质数量的变化,引起生物的生理代谢变化,传递给其他个体及后代,以适应新的环境。

D. 行为信息:各种生物具有特定的行为特征,同类生物能做出各种不同的行为反应,借助物理、化学物质等信息而传递。如蜜蜂通过“舞蹈语言”传递采蜜活动的信息。

生态系统的自我调节能力和稳态的功能也是通过信息传递来完成的,信息流体现了控制机理和反馈机能。系统中每一种变化结果必然反过来又影响这一变化本身,生态系统就是通过这种反馈作用来维持其生态平衡的。前面所述两个种群竞争的逻辑斯谛公式中的竞争系数α、β(效应系数),就是通过信息传递来体现的。

(三)生态系统的平衡与良性循环

生态系统发展到成熟的阶段,其结构和功能,包括生物种类的组成、各个种群的数量比例以及能量和物质的输入、输出等都处于相对稳定的状态,叫生态系统的平衡(自然平衡或生态平衡)。其明显标志是在相当长时间内处于群落演替顶极,具有较好的自我调节和稳态能力。

正确地理解维护生态平衡应是:生态平衡是一种动态平衡。当某种特定生态平衡状态有利于人类的生存和经济发展或利多于弊时,就要维护这种平衡;但当某种生态平衡状态不利于人类或弊多于利时,就应破坏这种平衡和建立新的更有利的生态平衡。因此有人就把这种“维护生态平衡”的理念理解为“维护生态系统的良性循环”。

衡量利与弊时要全面权衡,即注意三大效益的统一和利弊的相对性。

[概念与知识点]

生态学、种群、种群密度、两个种群竞争的逻辑斯谛方程、趋同适应、生活型、生活型谱、生态位、高斯原理、群落演替、食物链(网)、营养级、生态金字塔、“十分之一”定律、初级生产、生态系统、能流模式、生物地球化学循环、稳态、若恩开尔生活型的分类法、生态系统良性循环

[思考与练习]

1. 何谓生态学和生态系统? 生态学的研究内容是什么?
2. 以简图说明种群、群落、生态系统之间的关系。
3. 画出存活曲线的四种典型类型示意图,并举例解释其意义。
4. 指数增长、逻辑斯谛增长的定义、方程式及曲线示意图,并指出环境阻力的含意。

5. 有哪些因子，这些因子又是如何决定种群数量变动的？
6. 如何通过种群的年龄结构来预示种群数量变化的动态和发展趋势？
7. 生物及其群落对环境的影响主要表现在哪些方面？
8. 环境因子如何影响群落的演替？
9. 群落与群聚有什么不同？（群落的主要特征）
10. 何谓生活型谱？举例说明它对反映气候、环境条件有什么作用？
11. 人类在利用自然资源时，如何做一个“精明的捕食者”？
12. 何谓植被？植被调查在环境保护工作中的意义何在？
13. 查阅有关植被调查的参考书，学习“点四分法”等调查方式，并应用于实践中。
14. 举例说明你所看到的食物链或食物网。
15. 为什么自然界的食物链的长度一般不超过 5 个环节？
16. 为什么位于高营养级上的生物取食空间范围要比低一级上的生物取食空间范围大？
17. 举例说明生态学上所谓的“十分之一”定律。
18. 生态系统的能量流动与物质循环有何关系？植物在其中起什么作用？
19. 生态系统为何能处于完美、和谐之中？
20. 生态系统的基本组成和结构如何？
21. 画出生态系统中正常的碳循环示意图。指出现代人类在哪些环节上如何干扰了正常的碳循环。
22. 生态系统三大功能的内容、特点和相互关系如何？
23. “保护生态平衡就是保护自然，保护原始状态”，这种说法是否正确？为什么？
24. 简述破坏生态平衡的因素。试列举你熟知的破坏生态平衡的例子。
25. 根据生态平衡的正确理解，如何处理环境保护与经济发展的关系？
26. 为什么说生态学是环境科学的理论基础之一？请从生态学本身的定义及当前环境的五大问题（人口、能源、资源、粮食、污染）选一例子具体说明。

[推荐读物与网络资源]

孙儒泳，李庆芬，牛翠娟，娄安如. 2002. 基础生态学. 北京：高等教育出版社

孙儒泳，李博，诸葛阳，尚玉昌. 1993. 普通生态学. 北京：高等教育出版社

Mark B. Bush. 2003. 生态学：关于变化中的地球（第三版）大学环境教育丛书（影印版）. 2003. 北京：清华大学出版社

李振基，陈小麟，郑海雷. 2004. 生态学（第二版）. 北京：科学出版社

Aulay Mackenzie，Audy S. Ball，Sonia R. Virdee. 1998. 现代生物学精要速览：生态学（中文版）. Aulay Mackenzie，Audy S. Ball，Sonia R. Virdee. 1998. 现代生物学精要速览：生态学（影印版）. 1999. 北京：科学出版社

郑师章，吴千红，王海波，陶芸. 1994. 普通生态学：原理、方法和应用. 上海：复旦大学出版社

钟章成. 2000. 植物种群生态适应机理研究. 北京：科学出版社

W. 拉夏埃尔. 1975. 植物生理生态学. 李博，张陆德，岳绍先，孙鸿良 1980 年译. 北京：科学出版

社
Samuel C. Snedaker, Jane G. Snedaker, 1983. 红树林生态系统研究方法. 郑德璋, 郑松发, 廖宝文 1994 年译. 广州:广东科技出版社
广东省生态学会, 暨南大学主办. 生态科学
J. L. Chapman, M. J. Reiss. 1999. 生态学:原理与应用(第二版). 国外大学生物学优秀教材(影印版). 2001. 北京:清华大学出版社
肖笃宁, 李秀珍, 高峻, 常禹, 李团胜. 2003. 景观生态学. 北京:科学出版社
盛连喜, 冯江, 王娓. 2002. 环境生态学导论. 北京:高等教育出版社
杨士弘. 1996. 城市生态环境学. 北京:科学出版社
林昌善, 吴聿明. 1989. 环境生物学. 北京:中国环境科学出版社
孔繁翔, 尹大强, 尹国安. 2000. 环境生物学. 北京:高等教育出版社
雄治廷. 2000. 环境生物学. 武汉:武汉大学出版社
张景来, 王剑波, 常冠钦, 刘平. 2002. 环境生物技术及应用. 北京:化学工业出版社
陈坚. 1999. 环境生物技术. 北京:中国轻工业出版社
张志杰. 1990. 环境生物监测. 北京:冶金工业出版社
张志杰. 1982. 环境保护生物学. 北京:冶金工业出版社
钟贻诚, 李玉和, 张銮光. 1990. 简明生物学. 天津:南开大学出版社
严力蛟, 鲍毅新, 钱建东. 1997. 生态研究与探索. 北京:中国环境科学出版社
中国植物学会, 中国科学院植物研究所主办. 植物生态学报. 北京:科学出版社

www.rcees.ac.cn 中国科学院生态环境研究中心
www.plant-ecology.com 植物生态学报
www.cees.org.cn 中国生态经济学会
ecospace.51.net 生态空间
www.eedu.org.cn 中国环境生态网

第三章　人口问题与环境

第一节　人口增长的趋势

1987 年 7 月 11 日南斯拉夫萨格勒布市的马特伊·加斯帕尔是世界第 50 亿位公民。联合国把 7 月 11 日定为“世界(50 亿)人口日”。

1999 年 10 月 12 日南斯拉夫萨拉热窝的大学医疗中心，诞生了世界上第 60 亿位公民。

人口危机似无声的爆炸，造成对生态环境的巨大影响。“三 P”(Population、Pollution、Poverty)是紧密联系在一起的。

一、世界和我国人口增长的情况

(1)世界人口：世界人口数量近几百年来猛增。发展中国家人口增长率为发达国家的两倍以上，人口占全球人口的 70%。从表 3-1 和 3-2 可以看到以下特点：①世界人口翻番时间(倍增期)越来越短，②每 10 年人口净增长数迅速增加，③人口增长率失控。

表 3-1　世界人口增长的特征

时期(年份)	相隔时间(年)	总人口(亿人)	备注(T_d 为人口倍增的时间，r 为每年的人口增长率)
1000	—	2.8	
1650	650	5.0	T_d=700 年，约相当于 r=0.1%
1800	150	10.0	T_d=150 年，约相当于 r=0.47%
1920	120	20.0	T_d=120 年，约相当于 r=0.58%
1965	45	40.0	T_d=45 年，约相当于 r=1.6%
1980 中期	15	43.6	T_d=35 年，约相当于 r=1.8%

表 3-2　20 世纪每 10 年的人口净增长数

时期(年份)	人口净增长数(亿人)
1900—1909	1.20
1910—1919	1.30
1920—1929	2.08
1930—1939	2.25
1940—1949	2.22
1950—1959	4.88
1960—1969	6.04
1970—1979	8.48

1800 年地球人口达到 10 亿人，1930 年达到 20 亿人，1960 年达到 30 亿人，1974 年达到 40 亿人，1987 年达到 50 亿人，1992 年 1 月已超过 54 亿人。此后 10 年内，每年以 8 800 万人至 1 亿人的速度增长，1997 年中世界人口达 58.4 亿人，1998 年 1 月已达 59 亿多人，1999 年达到 60 亿人。人口增长速度在 20 世纪一直呈加速状态。

2005 年 6 月，世界人口已经接近 65 亿人。中国、印度、美国、印度尼西亚、巴西和巴基斯坦是世界上 6 个人口最多的国家，6 国的人口总数达到了 33 亿人，接近世界总人口的一半。2001 年 3 月 1 日印度人口总数已达 10.27 亿人，占世界总人口的 16.4%，已经成为中国之后第二个人口过 10 亿人的国家。

联合国预测 30 年后世界人口将超过 80 亿人。

(2)我国人口：我国是世界上人口最多的国家，人口数相当世界人口总数的五分之一以上，对世界人口有举足轻重的影响。从总的趋势看，我国人口与世界人口增长的情况基本一致。

从表 3-3 可以看到，自公元 2 年西汉末到 1110 年北宋末，人口不但没有增加，反而减少了 1 287 万人，这是因为三国、南北朝以及五代十国的连年战争所致，特别是三国时期，人口急剧减少，降到 1 616 万人；元朝和明朝人口增加也不多。从明末开始，人口增长才开始增快。

表 3-3　我国从公元初至新中国成立人口统计表

年代(公元)	朝代	人口数(万人)
2	西汉末平帝元始二年	5 960
156	汉桓帝永乐二年	5 648
280	晋朝武帝太康元年	1 616
740	唐朝开元二十八年	4 814
1110	北宋末年大观四年	4 673
1290	元朝至元二十七年	5 883
1393	明朝洪武二十六年	6 054
1578	明朝万历六年	6 069
1764	清朝乾隆二十九年	20 559
1795	清朝乾隆六十年	29 696
1819	清朝嘉庆二十四年	30 126
1849	清朝道光二十九年	41 298
1928	民国	47 478
1949	新中国	54 167

1949 年至 1986 年的 37 年间，平均每年增长 1 421 多万人，每天增加 38 932 人，每小时 1 622人，每分钟 27 人。

两个"马氏"人口理论：1798 年马尔萨斯(Thomas Malthus)提出人口论，认为人口的增长与种群的增长一样，遵循$\frac{dN}{dt}=rN$的规律。

1958 年马寅初因发表《新人口论》遭到了批判。回首当时这段历史，我们体会到：如果当年听马老的话，中国人口何以会突破 10 亿人大关！真是批错一人，增加几亿人，我们再也不要犯这种愚蠢的错误了！

人口增长率两头低，中间高。1962 年为我国的第 2 次生育高峰。

20 世纪 80 年代后期处于第 3 次人口出生高峰期，每年以 1 600～1 700 万人的速度增长，1996 年我国大陆人口已达 122 389 万人。

现代我国人口增长的特点有以下三个方面：

(一)人口基数大

2000 年第 5 次人口普查结果表明：全国总人口为 129 533 万人。其中：祖国大陆 31 个省、自治区、直辖市(不包括福建省的金门、马祖等岛屿，下同)和现役军人的人口共 126 583 万人；香港特别行政区人口为 678 万人；澳门特别行政区人口为 44 万人；台湾省和福建省的金门、马祖等岛屿人口为 2 228 万人。

我国人口仍居世界第 1 位，占全球总人口的 1/5 以上。

(二)人口增长速度快

历次人口普查总人口和性别比：1953 年，第 1 次人口普查，总人口为 5.82 亿人，性别比为 107.6。1964 年，第 2 次人口普查，总人口为 6.95 亿人，性别比为 105.5。1982 年，第 3 次人口普查，总人口为 10.08 亿人，性别比为 106.3。1990 年，第 4 次人口普查，总人口为 11.34 亿人，性别比为 106.6。2000 年，第 5 次人口普查，总人口为 12.66 亿人，性别比为 106.7。祖国大陆 31 个省、自治区、直辖市和现役军人的人口，同第 4 次全国人口普查 1990 年 7 月 1 日 0 时的 113 368 万人相比，10 年零 4 个月共增加了 13 215 万人，增长 11.66%。平均每年增加 1 279万人，年平均增长率为 1.07%。

(三)人口年龄构成变化大

人口的年龄构成已从前期的较年轻，转变为现在的老龄化问题突出。

1982 年人口普查，我国有 33.60%的人口在 15 岁以下。人口的年龄构成是较年轻的。

近年来人口老龄问题已成为不可忽视的重要问题，至 1997 年，我国已有四分之一的省市进入了老龄社会。上海最早进人，1995 年 60 岁以上 227 万人，占 17.4%。中国 60 岁老人达 1.26 亿人(1998 年底)，占总人口的 9.7%；2001 年达 1.3 亿人，占 10%；2004 年占 25%。亚洲老年人口约占世界老年人口总数的 40%。

联合国规定 65 岁人口比例为 7%，或 60 岁人口占 10%为老龄社会。1997 年 9 月 26 日世

界卫生组织称，到 2020 年世界人口年过 60 岁的将达 10 亿人以上。世界老龄化比例最高为日本，一些结婚场所只好改为殡仪馆。

根据联合国提供的最新统计数字，2002 年全世界 60 岁以上的老人为 6.29 亿，占世界人口总数的 10%。到 2050 年，老人人数将猛增到 19.64 亿人，占世界总人口的 21%，平均每年增长 9 000 万。据联合国的统计材料，人口老龄化问题最严重的 3 个国家是西班牙、意大利和日本。到 2050 年，西班牙老人占全国人口的比例将由目前的 22%增长到 44%，意大利将增长到 42%，而日本将达到 60%。此外，俄罗斯、瑞典、瑞士、德国和比利时等国也将是人口老龄化严重的国家。

目前世界上仍然计划接纳大批移民的国家还真不多，加拿大就是其中的一个。最近公布的一份人口普查结果显示，加拿大人口正在迅速往老龄化方向发展，政府对此深为担忧，表示将“尽力”增加移民人数。

根据加拿大统计局日前公布的 2001 年人口普查结果，全国有一半的人年龄超过 37.6 岁，比 1996 年的统计同比高出 2.3 岁，比 10 年前则高出 4 岁左右。与此同时，4 岁以下的儿童人数则在急剧下降，2001 年全国仅有 170 万，比 10 年前下降了 11%。这表明，在过去的 10 年中，加拿大人口老龄化的趋势非常显著。根据推算，到 2011 年，加拿大 1/3 的人口将在 45 岁到 64 岁左右，而 80 岁以上的老人则达到 130 万，而目前加拿大全国的人口也不过 3 100 万！可见老龄化问题给一个国家带来的压力和影响有多大！

北京比全国早 13 年进入老龄社会，天津、江苏、浙江、辽宁、山东、广东等经济发达的省市已成为老龄型省市。

第 5 次人口普查表明祖国大陆 31 个省、自治区、直辖市和现役军人的人口中，0～14 岁的人口为 28 979 万人，占总人口的 22.89%；15～64 岁的人口为 88 793 万人，占总人口的 70.15%；65 岁及以上的人口为 8 811 万人，占总人口的 6.96%。同 1990 年第 4 次全国人口普查相比，0～14 岁人口的比重下降了 4.80 个百分点，65 岁及以上人口达 8 811 万人，占总人口的 6.96%，同 1990 年普查数相比上升了 1.39 个百分点。

目前我国 60 岁以上老年人口已达 1.32 亿人，并正以每年 3.2%的速度急剧增长。人口老龄化的趋势和由此产生的各种社会经济问题，已经引起政府和社会的重视和关心。

人口老龄化给国家带来相当严重的经济压力，要保证老有所养，老有所医，老有所为，老有所学，老有所乐，就要增加对老龄事业的投入，因此人口老龄化是重大的社会问题。

二、预测人口增长的几种模型

(一)算术级数法

$$N_t = N_0 + Bt$$

N_t——预测 t 年的人口数，

t——时间(年)，

N_0——为 0 时的人口数，

B——逐年人口增加数。

例:我国人口 1964 年为 700 000 000 人,每年以此为基准平均增长 2%,即每年净增人口 14 000 000 人,则 1983 年人口数为

$$700\ 000\ 000 + (14\ 000\ 000 \times 19) = 966\ 000\ 000(人)$$

用这个方法计算预测人口方法简单,计算方便。但由于影响人口增减变化的因素很多,不可能在一个比较长的时期内,每年的人口都按同一个绝对量增加,所以,此法预测短期的人口还是可行的,但预测较长时期的人口增长是有一定困难的。

(二)几何级数法

$$N_t = N_0(1+r)^t$$

r——每年的人口自然增长率,$r=b-d$,

b——出生率(%,每年),

d——死亡率(%,每年)。

如 $b=3.6\%$,$d=2.0\%$,则 $r=3.6\%-2.0\%=1.6\%$。

例题同上,则 $N_t=N_0(1+r)^t=700\ 000\ 000(1+1.6\%)19=1\ 018\ 821\ 300$(人)。

用该法统计仍然难以准确反映一个连续不断的增长过程。

(三)指数增长方式

实际上,人口的增长变化是一个连续不断的过程。在一年当中,出生、死亡和迁移随时都在发生。如果将时间间隔无限缩小,用微分方程表示为:

$$\frac{dN_t}{dt} = rN$$

实际上这就是在本书第二章生态学基本原理中介绍的种群指数增长的公式。本方法最早是 1798 年由马尔萨斯(Thomas Malthus)提出的。他假定人口的增长率为 r,人口总数 N_t 随时间的变化规律服从种群指数增长的公式。

该式积分得

$$N_t = N_0 e^{rt}$$

N_t——第 t 年的人口数,

N_0——$t=0$ 时的人口数,

e——自然对数的底,近似值为 2.718 3…

例:1973 年世界人口 38.6×10^8,其年增长率为 2%,问 2000 年时,世界人口为多少?

$$N_t = N_0 e^{rt} = 38.6\times10^8 \times e^{0.02\times27} = 38.6\times10^8\times1.716 = 66.2\times10^8(人)$$

第二节　现代人口增长的原因

一、影响人口增长的三大因素

(一)经济因素

经济因素对人口自然增长的作用主要表现在它从物质上决定了人口的增殖条件和生存条件,从而通过改变人口的出生率和死亡率来影响人口的自然增长率。

(二)文化因素

文化因素更多地影响着人口的自然增长,其表现主要在三个方面:一是由于人们接受教育年限的延长,平均婚龄也相应推延;二是科学文化水平愈发达,人们的生理知识、育儿知识、保健知识就愈丰富,促成婴儿死亡率降低;三是人们的科学文化水平愈高,就愈加注意自身及其后代各项素质的提高,少生优育,把有限的收入用于将子女培养成具有更高科学文化素质的现代人。

(三)医疗卫生因素

医学的进步和医疗卫生事业的发展对人口出生率和死亡率有着直接影响。首先,它使得因各种疾病致死的死亡率下降,从而降低人口死亡率,延长人口平均寿命;其次,它对控制生育和实行优生优育有着积极的作用。

二、现代人口出生率和死亡率不平衡的状况

表 3-4 列出了新中国建国前后至国家全面实施计划生育前,人口出生率和死亡率不平衡的状况,这种不平衡造成了过高的人口增长率。

表 3-4　人口出生率和死亡率不平衡的状况

	死亡率(‰)	出生率(‰)
1949 年之前几年	25～33	—
1949 年	20	32.74
20 世纪 50 年代	15.13	34.76
20 世纪 60 年代	9.64	22.93
20 世纪 70 年代	6.96	15.97

从下面的推算可以看出人口增长率与人口净增长的关系。

计算倍增期(即人口翻一番时间)的公式的推算:

根据种群增长的公式, $N_t=N_0e^{rt}$ (3-1)

人口倍增,即 $N_t=2N_0$ (3-2)

代入公式(3-1),则有 $2N_0=N_0e^{rt}$ (3-3)

约掉等式两边的 N_0,得 $2=e^{rt}$ (3-4)

公式(3-4)两边取自然对数,得 $\ln 2=rt$ (3-5)

进一步变换成 $t=\frac{\ln 2}{r}$ (3-6)

这里的 t 为人口增加1倍所需的时间,从公式(3-6)可看到 t 与 r 成反比的关系,说明人口增长率 r 越高,人口翻一番所需时间 t 就越短。

例:$r=0.01$,则 $t=70$ 年;

$r=0.018$,则 $t=40$ 年;

$r=0.02$,则 $t=35$ 年;

$r=0.025$,则 $t=28$ 年。

当前世界人口平均增长率为1.8%,从上面的计算可以看到,全球的人口面临每40年翻一番的严重局面!

三、现代人口平均寿命不断提高

我国情况:20世纪30—40年代人口平均寿命30岁多一点。1982年人口平均寿命男66.4岁,女69.4岁;1996年人口平均寿命男68.71岁,女73.04岁;1997年人均69.98岁。第5次人口普查显示,由于生活水平的提高和医疗条件的改善,人均预期寿命比1990年提高了2.25岁;男性提高1.87岁,女性提高2.57岁。

全球人均寿命62.27岁;日本最高,达79.66岁;最低的是塞拉里昂,仅36.62岁(美国商务部,1999年报告)。工业发达的国家为74岁。

普遍规律是女性寿命高于男性,1990年差3.65岁,1996年差4.33岁,发达国家男女平均预期寿命相差6岁。

四、人口的年龄结构

从世界大多数国家,特别是不发达国家看,人口的年龄结构仍然是处于比较年轻的。可采用生态学分析种群年龄结构的办法,分析各年龄段的人口占全部人口的百分数,将现存人口按5岁一组,由小至大标绘年龄金字塔,就会呈现增长型、稳定型和衰退型三种年龄结构图。增长型结构中,人口大都集中分布在较小的年龄组,即使出生率已下降到替补水平(或置换水平,即一对夫妇生的孩子恰好顶替自身的死亡),人口仍要继续增长,因为陆续进入育龄期的妇女总是比同期退出育龄期的妇女人数多。目前世界上人口有近一半在25岁以下。因此全世界人口的年龄结构仍然属于增长型结构。世界的人口增长问题仍然要困扰我们的社会相当长的一段时期。

第三节　人口增长对生态环境和社会经济的影响

一、人口增长与食物供应

地球究竟能养活多少人？这是大家所关心的。美国农业问题委员会曾估算全球耕地能养活 479 亿人；而联合国粮农组织认为地球潜在承载力为 260 亿人。无论哪种结果正确，公认的一点就是：地球不可能容纳无限多的人口。地球植物总产量每年 275×10^{16} kJ，人类维持正常生存每人每天 9 196～12 540 kJ 食物量，最低生存条件一年为 33×10^{5} kJ。按此计算，地球上植物总产量可养活 8 000 亿人。但实际上不可能，因为：①以植物为食的不仅仅是人类，其他各种动物也直接或间接以植物为食；②有许多植物是不能供人食用的；③人不是全部将植物作为直接的食物。在食物链中，能量每经过一个营养级就要剧烈减少。因此实际上人类只能获得植物总量的 1%，即通常认为地球只能养活约 80 亿人。

二、人口增长与耕地

地球陆地总面积 1.35 亿平方公里，10%为终年积雪，4%为冻土，20%为沙漠，16%为山坡，27%为丘陵和森林，15%为牧场，只有 8%为可耕种土地。

我国土地总面积有 960 万平方公里，居于世界第 3 位，约 96 亿公顷土地，但人均土地面积仅为 0.74 hm^2，相当于世界人均土地的三分之一。这还包括高原、冻原、山地、盆地、沙漠、干旱地区等在内，而适用于耕种的土地更不多。1949 年以来，我国人均耕地面积由于人口增长过快而一直下降，这种趋势还会继续下去。我国耕地总面积为世界第 4 位，而人均只居 67 位。全国有 666 个县（区）人均耕地低于联合国粮农组织确定的 533 m^2 警戒线。

2003 年国土资源部公布：和 1996 年全国 14 亿平方公里的耕地总面积相比，全国 2002 年底的耕地面积只有 12 亿平方公里，为 6 年来的最低值。根据中国的实际情况，为保护我国粮食生产能力，耕地面积不得低于 10.7 亿平方公里的底线，其中基本农田的数量要控制在耕地总量的 80 %以上。这个数字是依据我国人口、经济、社会发展、资源状况等综合因素经科学测算得出来的。加入世贸组织以后，我国将加快进行农业结构调整、生态环境建设，特别是退耕还林力度将不断加大，这都将不同程度地减少现有耕地面积，从而影响到全国耕地保有量和基本农田保护目标。然而，对于中国这样一个有近 13 亿人口的大国来说，保证正常年景较高的粮食自给率，确保粮食安全，始终是经济发展和社会稳定的重要基础。10.7 亿平方公里是我国耕地的“底线”、“红线”，是硬指标。在当前粮食连年丰收的形势下，这句话依然没有过时，这根弦仍须绷紧，不能因为吃了几年饱饭，就放松了警惕。保护耕地就是保护我们的生命线。

三、人口增长与能源

人口增长不仅使能源供应紧张，并缩短化石燃料的耗竭时间，而且还会加速对森林资源的破坏。我国森林和已探明的矿物储存量居世界第 8 位和第 3 位，而人均只居第 119 位和第 80 位。

四、人口增长与资源

我国水资源居世界第 6 位，人均只居第 88 位。

根据 2003 年中国水资源公报，2002 年全国平均年降水量 660 mm，折合降水总量 62 610 亿立方米。2002 年全国地表水资源量 27 243 亿立方米，2002 年全国地下水资源量 8 697 亿立方米。全国水资源总量为 28 255 亿立方米。尽管如此，人口的增加对淡水的需求量越来越大，许多地方甚至出现水资源的短缺。

中国一向以"地大物博"著称，随着人口的增长，这已经成为历史的概念，"相对不足"才反映本质。中国是"人口大国，资源小国"，这是正视现实的必然结论。"底子薄、人口多、耕地少"是我们的基本国情。

人口问题给我国带来的压力要比世界大得多，对人口增长所具有的承受力我国要比世界小得多。

五、人口增长与环境污染

人口增长增加生产活动，加大了农药、化肥的使用和工业"三废"的排放。

仅人口增加而言，一个人每天呼吸排出 0.9 kg 的 CO_2，吸进 0.75 kg 的 O_2，每人平均要有 10 m^2 树木或者 50 m^2 草坪，才能保证完全交换的需要。而目前大部分城市人均公共绿地严重不足，造成城市的环境空气质量不高。

六、人口增长对经济、文化、教育的影响

1. 对世界经济的影响

人口过度增长使富者越富，穷者越穷，增加了世界政治局势的不稳定性。

2. 从国民经济收入来看，积累和消费应保持适当比例

按早年的平均标准，抚养一个小孩到自食其力的年龄，农村需抚养费 1 600 元，中小城市需抚养费 4 800 元，大城市至少需抚养费 6 900 元以上。取全国的中等程度 2 200 元算，1949 年以来总共出生 6.5 亿人口，需抚养费 14 300 亿元。如少生一半（3.25 亿人）可节省消费 7 150亿元。

3. 劳动生产率

（1）就业人口增加，固定资产投入（技术设备水平）不足，使生产率不高。

（2）待业人口、失业人口增加给社会的压力。女工 40 岁、男工 50 岁就得提前下岗。

(3)阻碍了工业革命和自动化的实行。技术密集型的产业一直无法替代劳动力密集型的产业。

4.对文化、教育的影响

每年对教育事业的投入增长率,赶不上入学人数的增加。

1949年各类学校在校生人数2 577.6万人;1979年各类学校在校生人数20 789.8万人,增加约7.1倍;1996年各类学校在校生人数22 346.8万人,比1979年增加1 557万人。1949年小学在校生2 439.1万人,1975年小学在校生15 094.1万人,26年增长了5倍多。1996年有所减少,但小学在校生仍然有13 615万人。

1996年全国教育经费总支出为2 262.34亿元,约合278亿美元,人均22.7美元,已有了很大提高,但远不能满足需要。因此还需要民间的和社会的赞助及配合,如实施"希望工程"等来筹集解决教育经费的不足。

第四节 人口与环境主方程

地球及其人口还远没有达到稳定状态,很可能还处在不可持续发展的状态。实现人口长期稳定有三种可能途径:①控制人口增长速度,直到实现一个长期的人口、技术、文化的动态平衡状态(即承载容量,carrying capacity);②逐步减少人口数量,以便在一个较低的技术活动水平上实现平衡;③人口、社会和技术中的一个或多个因素不受控制地变化,甚至崩溃,最终在一个不希望的低水平上恢复稳定。

当我们客观地回顾最近的过去(从人类社会发展进程,或者从生物进化的角度来讲,200年可以认为是最近的过去),可以肯定地说:我们不能延续目前的、特别是发达国家的资源消耗方式。

通过人口压力主方程的讨论可以从形成环境压力最主要原因的分析入手,来探索人类社会有效控制环境压力的途径。地球系统承受的压力,主要取决于地球上的人口数量以及人类期望的生活水平。主方程(master equation)采用以下参数来描述环境压力:

$$\text{环境影响}=\text{人口数量}\times\text{人均 GDP}\times(\text{环境影响}\div\text{单位 GDP}) \tag{3-7}$$

其中,GDP表示一个国家的国内生产总值(有时也用国民生产总值GNP表示),是对其产业和经济活动的衡量。

主方程通常又被称为IPAT方程,其中I表示环境影响,P表示人口数量,A表示富裕程度(即人均国内生产总值),T表示技术水平(即创造单位GDP的环境影响)。下面分别讨论该主方程中的三个变量及其随时间变化的趋势。

全球人口正在快速增长,对于一个特定的地区(城市、国家或洲),人口变化率表示如下:

$$R=(R_b-R_d)+(R_i-R_e) \tag{3-8}$$

其中下标b、d、i、e分别代表出生、死亡、迁入和迁出。

在生育高峰、战争、鼓励移民、瘟疫等不同时期，公式(3-8)会受到不同因素的影响。当然，就整个地球而言，$R_i=R_e=0$。对于特定的人口变化率，可以预测未来某个时刻的人口数量：

$$P=P_0e^{Rt} \tag{3-9}$$

其中 P_0——目前的人口数量，

t——要预测的年数，

R——人口变化率。

如果 R 保持恒定，则这个公式预测，在未来足够长的时间以后，人口数量会变为无穷大。显然这种情景不可能发生。在将来的某个时刻，R 会等于零甚至变成负数，人口增长相应得到调整。

在实践中，人口学家根据人口年龄结构、文化演变和其他因素来预测 R 的变化趋势。当然，世界各国情况有所不同，地球人口最大值到来的时间和最终数量也有很大的不确定性。然而，即便最保守的人口预测也认为未来全球人口将大大超过目前的水平。

主方程的第 2 项变量，即人均国内生产总值，受当地和全球经济状况、历史和技术发展阶段、政府、气候等因素的影响，不同的国家和地区相差很大。总的来讲，其发展趋势是积极的。虽然 GDP 与生活质量并不完全等同，但我们希望 GDP 将保持增长，尤其是在发展中国家。

主方程的第 3 项变量，即单位 GDP 的环境影响，反映了清洁技术的可获得性以及清洁技术的实际应用水平。

虽然主方程应该被看作是一个概念框架而非严格的数学公式，我们仍可以运用它来帮助制定技术和社会目标。假设我们的目标是把人类环境影响控制在目前的水平(有些人甚至号召应该制定更高的目标)，下面逐个考察主方程三项变量可能的变化趋势。如上所述，在未来 50 年中，第 1 项变量(人口)可能增大 1.5 倍，第 2 项(人均 GDP)可能会在这段时间内提高 3～5 倍。可见，如果要把人类环境影响维持在目前的水平上，就必须把第 3 项变量减少 50%～90%。因此，一些学者倡导将单位经济产出的环境影响减小到目前的 1/4，甚至是 1/10。

对于主方程三项变量的变化趋势，公众对第 2 项变量的增长，即生活水平的逐步改善，最为支持。第 1 项变量——人口的增长，主要是社会问题而不是技术问题。虽然各个国家和各种文化对人口问题的对策不尽相同，但是人口增长的趋势明显很强劲。第 3 项变量——单位产出的环境影响，基本上是一个技术问题，尽管技术变化的速度和程度受到社会和经济因素的严重制约。主方程中的第 3 项变量是世界向可持续发展转变(特别是在短期内)的最大希望，因而改变第 3 项变量就成为产业生态学的中心任务。

第五节　我国的人口政策

近 10 年来，中国在人口与发展方面取得了举世瞩目的成就。中国认真贯彻落实 1994 年开罗国际人口与发展大会提出的“以人的全面发展为中心”的发展目标和原则，完善相应的法律和政策体系，改进人口与发展方案，提高人民群众的生殖健康和生活水平，促进了经济社会与人的全面进步。10 年来，我国的人口生育水平已降至世界发达国家的水平，人口出生率和自然增长率分别由 1990 年的 21.06‰和 14.39‰下降到 2003 年的 12.41‰和 6.01‰。中国

将“生殖健康”理念引入了人口方案，提高了相应的执行能力。

中国在人口与发展方面仍然面临巨大挑战。人口的高增长量与低增长率并存，人口素质较低，老龄化加速、出生性别比持续升高等人口结构性问题日益突出，生殖健康、计划生育技术服务水平尚不能满足群众日益增长的服务需求，贫困人口和流动人口尚未得到优质的生殖健康、计划生育服务；人口与经济、社会、资源、环境的矛盾依然尖锐，城乡和地区差距扩大的趋势难以在短期内扭转，就业和社会保障压力增大，消除贫困的任务依然艰巨。围绕人口的诸多问题仍然是我国“天下第一难”的问题。

中国人口与发展的目标是，到 2005 年，全国人口总数（不含香港、澳门特别行政区和台湾省）控制在 13.3 亿人以内；到 2010 年，控制在 14 亿人以内；到 21 世纪 30 年代前后，当人口达到 15 亿人至 16 亿人左右时，停止人口增长。到 21 世纪中叶，全国人口总量在达到峰值（接近 16 亿人）后缓慢下降。

现阶段我们仍然必须认真执行控制人口增长的基本政策。计划生育工作决不能放松，必须确保实现既定的人口控制目标，坚持优生优育，提高人口质量。实行人口与计划生育目标管理责任制，为群众提供计划生育优质服务，增强全民人口意识。多年来的事实和经验告诉我们，计划生育的重点在农村，难点在农村，最难点在农村的贫困地区。

今后 15 年即到 2020 年是我国人口发展的最为关键的时期，制定计划生育政策时预见到的和没有预见到的所有负面影响都会逐渐显露出来。做得好，15 年以后的人口发展就会顺利，若做得不好就会特别麻烦。首先，人口在经过今后 15 年的缓慢增长后，到 2020 年将实现零增长，之后人口出生率就会开始下降；其次，劳动力供给在今后 15 年逐渐达到高峰后也会在 2020 年后进入下降通道；再次，人口流动和城市化进程在经历 15 年最为快速的发展时期后也将大为减缓，预计到 2020 年我国城市人口将占到总人口的 60%，有史以来首次超过了农村人口；另外，独生子女进入婚育期，出生人口性别比问题显现，随着独生子女可以生育第二胎，此后独生子女将减少。

在这 15 年的关键期，我国的生育政策基本不会变动，主要是补充和完善。任何一个政策，包括生育政策，都不会是十全十美的。一个政策在当时是必需的，如果不随着社会经济发展的步伐和人口形势的变化作出及时调整的话，也会带来负面的影响。一个国家或地区的生育水平并非越低越好，随着社会经济发展和人口形势的变化，中国的生育政策也要遵循自然发展规律和社会发展规律进行调整。但是现阶段我们还是要维持现行政策，稳定低生育水平。

我国的人口与计划生育法规定：“国家稳定现行生育政策，鼓励公民晚婚晚育，提倡一对夫妻生育一个子女；符合法律、法规规定条件的，可以要求安排生育第二个子女。”

我国从 20 世纪 70 年代末 80 年代初开始实行比较强势的生育政策，经过 20 多年的时间有效地控制了人口数量，使人口少出生了 3 亿，迅速进入了低生育水平状态，生育水平已降至世界发达国家的水平。在中国实施了世界上最为严厉的生育政策之后，社会人口结构随之出现了出生人口性别比和人口老龄化等系列问题，出生人口性别比之高和社会老龄化之快速在全世界都是少见的。

自 20 世纪 80 年代中期以来，出生人口性别比就开始攀升，20 年间就从 1981 年的 108.47 上升至 2000 年的 116.92，即平均每出生 100 名女婴相对应地出生了近 117 名男婴，大大偏离了 103～107 的正常范围，其中海南、广东等省更高达 130 以上，这是目前世界上任何一个国家都没有达到的比例。

目前，我国 65 岁及以上老年人有 0.88 亿人。据测算，到 21 世纪中叶我国 65 岁以上老人

将占全国总人口的1/4。现今，我国已经在以占世界3.8%的国民生产总值，负担着世界20%的老人。“未富先老”的困境迫使我国在经济不够发达的时期解决比发达国家还要严重的老龄化问题。人口结构性矛盾的出现使地方生育政策出现变化。某些地方已经取消对不生育子女的夫妇的双倍奖励，不再鼓励“丁克家庭”(Dink，Double Income No Kid)。对生育二胎的条件也有一定的放开，即夫妇双方均为独生子女的可以申请生育第二胎，生育第二个子女的生育间隔期限也已被取消；还规定了再婚夫妻允许“再生育”的四类条件等。

但是，现阶段我国人口和计划生育工作，主要任务仍然是稳定低生育水平，提高出生人口素质，同时要努力促进出生人口性别比的平衡，积极应对老龄人口、流动人口、就业人口增加带来的问题，为全面建设小康社会创造良好的人口环境。

[思考与练习]

1. 简述世界人口发展的趋势。
2. 简述世界人口增长的基本特点。
3. 我国人口目前的特点如何?
4. 如何理解“人口、资源、环境、发展”四者的关系?
5. 你对中国是“人口大国，资源小国”这句话的看法如何?
6. 用指数增长方式的公式推导出人口倍增期的时间。
7. 试绘制年龄金字塔来预测本地区人口发展的趋势。
8. 人口预测的重要意义是什么?
9. 简述人口预测的模型及特点。
10. 简述影响人口增长的主要因素。
11. 简述人口增长对环境的影响。
12. 人口对生态和环境系统的压力是怎样产生的?
13. 我国计划生育工作面临的主要困难是什么? 解决这些困难你有什么新途径?
14. 我国人口控制的具体目标是什么? 简答当前我国的人口政策?
15. 分析人口与环境主方程对环境的影响，讨论如何调控各因素来减小人口增长对环境的压力。
16. 2000年国务院《中国21世纪人口与发展》白皮书指出：到2010年，我国人口应控制在14亿人以内，那么，从2000年12月底(12.66亿人)起算，每年人口增长率不能超过多少? 按照你计算出来的增长率，到21世纪中叶(2050年)我国人口会达到多少?(附录有参考答案)
17. 1982年和1987年我国人口分别为10.34亿人和10.71亿人，按这种增长速率计，请问你70岁时，我国人口有多少?(附录有参考答案)
18. 1983年，爱尔兰的年人口出生率为1.9%，同年的人口死亡率、居民迁入迁出率分别为0.93%、0.27%和1.15%，当年人口数量为372万人。从2005年开始，爱尔兰的动荡局面得到改善，年人口迁出率比原来降低50%，请计算2005年及2020年爱尔兰的人口数量。(附录有参考答案)
19. 已知1990年中国及美国的人口数量、GDP及占全球二氧化碳排放的百分比如表3-5所示：

表 3-5

国家	人口数量（10^6 人）	GDP（10^6 美元）	二氧化碳排放量百分比（%）
中国	1 134	419 500	9.12
美国	250	5 200 800	17.81

（1）试计算 1990 年两个国家的单位 GDP 二氧化碳排放量。1990 年全球的二氧化碳排放当量为 13.15×10^9 t。（附录有参考答案）

（2）已知 2010 年及 2025 年两国的人口、GDP 增长率及单位 GDP 二氧化碳排放量下降率如表 3-6 所示，计算两国 2010 年和 2025 年的二氧化碳排放量。（附录有参考答案）

表 3-6

国家	2010 人口（10^6 人）	2025 年人口（10^6 人）	GDP 增长率（%/a）		单位 GDP 排放量下降率（%/a）
			1990—2010	2010—2025	
中国	1 290	1 600	5.5	4.0	1.0
美国	270	307	2.4	1.7	0.7

[推荐读物与网络资源]

T. E. Graedel, B. R. Allenby. 2003. 产业生态学（第二版）. 施涵译. 北京：清华大学出版社

刘静玲. 2001. 人口、资源与环境. 北京：化学工业出版社

宋建军，张庆杰，王海峰. 2001. 环境、资源与人口. 北京：中国环境科学出版社

国家自然科学基金委员会. 1998. 全球变化：中国面临的机遇和挑战. 北京：高等教育出版社；德国：施普林格出版社

韩国刚. 1989. 救救中国：环境发出的黄牌警告. 北京：求实出版社；沈阳：沈阳出版社

吴德生，屈卫东，蒋颂辉. 2000. 环境与健康. 北京：中国环境科学出版社

www.chinapop.gov.cn 中国人口

www.popinfo.gov.cn 人口世界

www.npfpc.gov.cn index.htm 中国人口与计划生育

www.cpwf.org.cn 中国人口福利基金会

www.unfpa.org 联合国人口基金

www.popcouncil.org 人口理事会

www.ippf.org 国际计划生育联合会

第四章　当前全球性的环境问题

人的一生(按80年计算)要从外界环境吸收432 t空气、72 t淡水和43 t食物,同时向环境排出数量大致相同的废物。

人口猛增、城市化、工业化、石油农业发展造成对自然环境的冲击和压力(污染)之大是历史上所没有的。

当前出现的一些环境问题是没有国界、不分制度的,属于全球性问题。

第一节　"温室效应"的加剧

一、温室效应的概念

统计全球2 000多个气象站每月记录,共1亿多个陆地观测数据,6 000万个海洋观测数据,发现20世纪以来,历史上气温最高的4年都聚集在80年代,最高的是1988年。

日本气象厅测算,1998年全年平均气温为百年来最高,1—11月份全球地表平均气温比1997年同期高0.82 ℃,是自有气象记录的1880年以来气温最高的一年。

1999年夏天北京出现了高达40 ℃以上的气温。

2003年7月14日福建省全省出现当年人夏以来范围最大的高温天气,共有45个县市极端最高气温超过38 ℃,其中中北部地区有12个县市极端最高气温超过40 ℃,以闽清县42.3 ℃最高。出现如此大范围的高温天气为历史上罕见。据统计共有18个县市日最高气温创下1961年以来的全年最高记录,另有2个县市极端最高气温创下1961年以来的同期最高记录。

美国Hansen等的研究发现:从19世纪末到20世纪80年代,气温上升0.6 ℃,约合每百年上升0.5 ℃。美国Angel 1958年在全球建立了一个测站网,包括63个站(北半球38个,南半球25个)。他们采用先进的无线电探空技术的研究结果也表明近几十年来全球气温呈上升趋势。

实际上,近几十年来全球气温上升已是不争的事实。

为了了解大气的温室效应问题,有必要先懂得温室效应的物理概念。

真正的温室效应:玻璃有一种特殊的性质,它可以让太阳辐射进入温室内部,加热室内的地面和空气,却又阻止温室内部的辐射热量透过玻璃散失到温室外面去,温室内的辐射热量收入大于支出,温度就升高。

大气的“温室效应”是借用词。

自然界中任何物体，只要它的温度在绝对零度（0 K 相当于－273 ℃）以上，就会放出热辐射，散失热量。温度越高的物体，放出辐射的波长越短，反之亦然。

太阳表面温度约 6 000 K，最大光能在 600 nm（毫微米，10^{-9} m），放出的为短波辐射。地球表面温度平均约 288 K，最大辐射能量在 16 000 nm，为长波辐射。

地球向外的长波辐射主要集中在 7 000～13 000 nm 范围，这个波段称为大气窗。

太阳辐射有 40％为可见光，太阳辐射能一部分被地球表面和云及大气尘埃和空气分子反射或散射返回宇宙空间，剩余部分进入大气层，被地球表面（陆地和水体）吸收，使地球表面增温，变暖的地球表面又向上以长波形式辐射能量。由于大气中存在作用如同温室玻璃罩而造成“温室效应”的气体，对短波辐射没有多大影响，可以让它通过，但对长波辐射的波段却有很强的吸收带。这些气体吸收了地球表面的辐射波后，温度增高，同时使近地表面的空气温度增高，使大气越来越暖，这就是大气的“温室效应”。

自从有了地球，就有 CO_2、水蒸气等温室气体，就会产生“温室效应”。科学家模拟测算，如果没有“温室效应”，地球表面温度只有－18 ℃。因此“温室效应”不是一种灾害，我们的任务也不是“如何消除温室效应”。“温室效应”的积极作用与现代“温室效应”加剧造成危害这两个概念要区别开。

二、二氧化碳、甲烷等温室气体的影响

造成温室效应的气体叫温室气体，有 CO_2、O_3、N_2O、CH_4、CFCs（氯氟烃类，如 CFC－11）等。CH_4 作用为 CO_2 的 21 倍，CFCs 作用为 CO_2 的 1 万多倍。

全球气候在近百万年来一直处于不断变化之中，而深埋在极地地表之下的冰芯是这种变化的忠实记录者。借助新钻取的古老冰芯样品，分析冰芯气泡的温室气体含量就能获得近几十万年间全球气候变化的具体证据。

（一）CO_2

公元 1000—1800 年，CO_2 浓度为 270～290 mg/L，平均 280 mg/L。1990 年为 354 mg/L。1 mg/L相当于大气中含 2.12 Gt 碳或 7.8 Gt CO_2（1 Gt＝10 亿吨）。

1980 年初期采用大气环流模式（三维大气动力学）实验表明：CO_2 加倍，全球地面平均气温上升 1.5～4.5 ℃，近年的研究认为应在 3.5～5.2 ℃之间。

近代 CO_2 浓度急剧增加的原因是：①大量燃烧矿物燃料，使释放的 CO_2 进入大气层，加速了碳的流通率（占增加的 CO_2 总量的 70％）；②森林遭受破坏，吸收 CO_2 大大减少；③烧毁森林时又释放大量 CO_2（占增加的 CO_2 总量的 30％）。

（二）CH_4

CH_4 是仅次于 CO_2 和 O_3 的温室气体，主要来自泥塘、沼泽、稻田、牲畜反刍、开采煤矿及燃烧。

采用南极冰芯分析表明，大气中 CH_4 在工业化前只有 700 μg/L，目前已达 1 700 μg/L，近一百年增长了 1 倍多。

近 600 年来，大气中 CH_4 浓度的增长与世界人口的增长趋势非常一致。持续增加的 CH_4

浓度对大气“温室效应”的加剧起着重要的直接作用。

有的科学家认为全球变暖是自然现象，新一轮的冰河时期就要到来。但大多数科学家认为温室效应加剧是目前全球气候变暖的原因。对于温室效应的加剧，有两类观点，一类观点认为是人为因素引起的，另一类观点认为是自然因素引起的。持人为因素影响观点的人中，有的认为人类燃烧矿物燃料产生大量二氧化碳，增加了大气中二氧化碳的含量，导致温室效应加剧；有的认为是人类活动引起大量碳粒粉尘排放到大气中，众多的碳粒聚集在对流层中导致了云的堆积，而云的堆积便是温室效应的开始，因为40%～90%的地面热量来自云层所产生的大气逆辐射，云层越厚，热量越是不能向外扩散，地球也就越来越热了。2000年有科学家对各种温室气体的含量变化做了整理记录，发现在1950—1970年间，二氧化碳的含量增长了近两倍，而从20世纪70年代到90年代后期，二氧化碳含量则有所减少，用目前流行的理论很难解释仍在恶化的全球变暖的现象。他认为人们在最近几十年中看到的全球变暖现象主要是由其他热量吸收物质（甲烷、含氯氟烃、内燃机和煤烟产生的黑色微粒以及制造烟雾中包含的臭氧化合物）的排放引起的。有的科学家认为当今气候变暖并非是人为因素造成的，可能是其他因素导致的结果。人类活动影响全球变暖的观点无法解释在8 000年前持续很长时间的高温期气温比当今气温高出1～3 ℃。气候变暖与二氧化碳排放量的增加有直接关系的理论也有个漏洞：地球的温度在1945—1970年间下降了，而那时的二氧化碳排放量却在逐步增加。

三、大气“温室效应”加剧对人类的影响

1985年10月联合国环境规划署（UNDP）、世界气象组织（WMO）和国际科学联盟理事会（ICSU）在奥地利的 Villach 共同召开“评价 CO_2 及其他‘温室效应气体’对气候变化的影响及其后果的学术讨论会”，会议发表声明指出：“温室效应气体浓度的增长将导致下世纪全球气候变暖。”

1988年11月汉堡“全球气候变化会议”指出：如果“温室气体”剧增造成的“温室效应”加剧不被阻止，世界将在劫难逃。

1997年9月30日来自60多个国家和地区的1 500多位科学家（包括98名诺贝尔奖获得者）在华盛顿召开“气候变化高层科学会议”并发表声明，强烈呼吁各国领导人立即采取行动，防止全球变暖可能导致的灾难性后果。

1. 气候变暖，海水由于升温膨胀，促使海平面上升。估计当全球增暖1.5～4.5 ℃时，海平面可能上升20～165 cm。据统计，近百年来，随着气候增暖大约0.6 ℃，全球海平面约上升了10～15 cm。海平面上升这种渐进性的自然灾害使沿海地区的居民及生态系统受到威胁：

①威胁沿海地区。全球约1/3人口生活在沿海岸线60 km范围以内。经济比较发达的地区也是沿海大城市，三角洲平原是鱼米之乡。

②沿海低地将被淹没。

③海滩和海岸遭受侵蚀冲刷，海岸线后退。

④土地恶化，地下水位上升，导致土壤盐渍化。

⑤海水倒灌与洪水加剧，风暴潮频度增加。

⑥损坏港口设备和海岸建筑物，影响航运。

⑦影响沿海水产养殖业，影响旅游业。

⑧破坏水的管理系统等等。

2003 年 9 月 22 日，美国和加拿大的科学家宣布，北极最大的冰架，在加拿大北部海岸附近挺立了 3 000 多年的北极冰架“老大”沃德・亨特不复存在，主要分裂成两大部分。两国的科学家通过雷达勘察了解到，沃德・亨特冰架的崩裂是一个看似缓慢实则触目惊心的过程：2000 年，388.5 km^2 大小的沃德・亨特出现一个小裂缝。2002 年，这个裂缝扩大为 77 m，旁边又出现了一些新的裂缝，一块 6 km^2 大小的浮冰已经分离出去，漂在沃德・亨特附近。2003 年 9 月，沃德・亨特最终一分为二。这表明北极地区气候变化步伐可能正在加快。

大洋洲岛国图瓦卢位于斐济的北面，全国面积 26 km^2，由九个环状珊瑚岛组成。侵袭岛上最大的巨浪是 3.2 m，而图瓦卢海拔最高的地点只有 4.5 m，全国约 1.1 万人口。温室效应加剧造成的海平面上升使图瓦卢的居民从 2002 年起将被迫举国搬迁。这个波利尼西亚群岛的小国是第一个因海平面上升被迫撤离家园的国家，然而可以肯定的是它不会是最后一个。图瓦卢政府向国际法庭状告了美国和澳大利亚政府以及一些电力公司。图瓦卢经济落后，人才匮乏，为了打赢这场官司，政府动用了各种手段，在全世界掀起对温室效应加剧的声讨。

2. 气温上升导致气候带(降水带)的移动。原本温度较低的地区气温升高，相当于原来处于较低纬度的气候带往高纬度地区推移。除了温度带移动外还包括降水带移动，影响水分分布，发生洪灾和旱灾的可能性增大。

3. 气温上升热带传染病发病区将扩大。全球变暖增加人类乃至动植物发病的可能性。与疾病有关的病毒、细菌、真菌在气温稍升高一点就加快繁殖速度。蚊子与扁虱等病菌传播者也在比较温暖的情况下加速繁殖。而气温低则妨碍细菌的生长，可临时性地阻止寄生虫的活动。

如夏威夷鸟是当地的一种鸟类。由于气候的变化，使得蚊子生活在更高的山腰，这样夏威夷鸟就捕捉不到蚊子而失去食物来源，因此濒临灭绝。

4. 气温上升影响土壤状况和季节变化，加剧粮食短缺。

5. 气温上升加速物种灭绝速度。地球上三分之一的物种到 21 个世纪末将不复存在。

四、围绕减排 CO_2 的国际斗争——《京都议定书》

为了保证世界气候系统的安全，需要削减 50％～60％的温室气体排放。控制温室气体的

排放是全球性的工作，减少温室气体的排放需要全球各个国家都参与才能达到预期目标。1997 年有 150 多个国家参加的《联合国气候变化公约》缔约方第三次会议通过了《京都议定书》。

《京都议定书》规定在 2008—2012 年期间，38 个主要工业国的二氧化碳等 6 种温室气体排放量必须在 1990 年的基础上平均削减 5.2%，其中美国削减 7%，欧盟削减 8%，日本和加拿大分别削减 6%。

该协议要求根据联合国有关规定，需要在占 1990 年全球温室气体排放量 55%以上的发达国家核准之后，才具有国际法效力。到 1998 年，全球共有 60 个国家和地区签署了《京都议定书》。中国于 1998 年 5 月 29 日签署了议定书。2002 年 3 月和 6 月，欧盟和日本先后核准了《京都议定书》。

为了促进各国完成温室气体减排目标，《京都议定书》允许采取下列四种减排方式：(1)两个发达国家之间可以进行排放额度买卖的“排放权交易”，即难以完成削减任务的国家，可以花钱从超额完成任务的国家买进超出的额度；(2)以“净排放量”计算温室气体排放量，即从本国实际排放量中扣除森林所吸收的二氧化碳的数量；(3)可以采用绿色开发机制，促使发达国家和发展中国家共同减排温室气体；(4)可以采用“集团方式”，即欧盟内部的许多国家可视为一个整体，采取有的国家削减、有的国家增加的方法，在总体上完成减排任务。

世界温室气体头号排放“大户”，排放量为 1990 年全球排放总量 36%以上的美国，虽然在 1998 年的 11 月完成了签署工作，但 2001 年突然宣布退出，使当时核准《京都议定书》的发达国家，温室气体排放量仅为 1990 年全球温室气体排放总量的 37.1%，尚未达到使这一议定书生效的要求。

这一议定书需要在占 1990 年全球温室气体排放量 55%以上的至少 55 个国家核准之后才能生效。目前，虽有 100 多个国家批准了该议定书，但这些国家的减排总量离议定书要求仍有差距。因此，1990 年温室气体排放量占世界总量 17%的俄罗斯态度如何，被认为对议定书能否生效起着关键作用。2004 年 9 月 30 日俄罗斯政府批准了《京都议定书》。

对于批准《京都议定书》的问题，俄罗斯国内一直存在非常激烈的争论。很多经济专家认为，批准议定书将阻碍俄经济的发展。面对是选择发展国家经济还是选择减少二氧化碳排放量的两难处境，俄罗斯政府从本国的利益出发，一直拒绝签订京都议定书。2004 年 9 月 30 日，俄政府最终还是通过了批准议定书的法律草案，很多政府官员表示，批准议定书是“不得不作出的政治决定”。

俄罗斯批准《京都议定书》后，下一个《京都议定书》的谈判即将于 2005 年展开，中国可能会成为被关注的头号国家。中国是该公约第 37 个签约国，并于 2002 年向联合国提交了中国政府的“核准书”。中国之所以坚定支持这份议定书，最主要原因在于，条约没有为包括中国、印度在内的发展中国家规定减少温室气体排放的义务，这也成为美国退出议定书的一个主要借口。

1997 年 12 月 8 日中国代表团团长、国家计委副主任陈耀邦在日本京都举行的《联合国气候变化公约》缔约方第三次会议高级别会议上强调：作为一个发展中国家，中国愿为对付气候变化做出更大的贡献，但面临巨大的实际困难。中国的人均年拥有电只有 700 度，中国的人均温室气体排放只占发达国家平均水平的七分之一，中国还有近 6 000 万人尚未解决温饱问题，一些农村和边远地区的人民还处于无电或缺电的状态。因此，消灭贫困和发展经济仍是中国压倒一切的首要任务。中国在达到中等发达国家水平之前，不可能承担减排温室气体的义务。

对于在下一轮(2005年)的国际谈判，中国立场“还没有确定”，但“中国政府会尽可能多地保留中国排放温室气体的权利，同时也尽可能减少能源消费”。中国能否减少温室气体排放取决于：中国是否拥有先进的减少温室气体排放的技术；中国是否有有利于这些技术运用的体制；必须通过全民教育，意识到减少温室气体排放的重要性等。

国际上要求中国减排温室气体的压力越来越大，中国必须面对现实和适应世界发展的形势。目前，我国二氧化碳排放量已位居世界第二，甲烷、氧化亚氮等温室气体的排放量也居世界前列。据预测，到2025—2030年间，我国的二氧化碳排放总量很可能超过美国而居世界第一位。目前，低于世界平均水平的我国人均二氧化碳排放量可能达到世界平均水平，而且，由于技术和设备相对落后、陈旧，中国单位国内生产总值的温室气体排放量比较高。

在政治、外交上我们可以根据公约、法规、议定书作为准则开展斗争，为中国的发展争取空间和时间，但中国必须对人类负责。围绕全球变暖问题，从技术层面上，环境科学与技术工作者研究的目标是：

1. 减少温室气体排放的技术(清洁生产)和有利于这些技术运用的体制。
2. 绿色产业(发展、保护森林和森林生态系统的自然保护区)。
3. 处理温室气体技术(如处理二氧化碳技术)。

第二节　臭氧层的破坏和紫外线辐射

一、臭氧层的破坏

地球上的大气，按其高度和特性可分为对流层、平流层、中间层、电离层和逸散层。地球表面10～50 km上空的平流层里，由于太阳光的强烈作用，氧经光化学反应后生成O_3，形成了离地面25 km高的臭氧层。

O_3可吸收紫外线、X射线、γ射线这些短波辐射能(自身分解为O_2和原子O)，使这些射线大部分不能达到地球表面，从而保护着人类和生物免受短波辐射的伤害，成为地球的“保护伞”。人类以及地球上的生物就是在这把“保护伞”下生息、繁衍、进化几千万年，形成地球现在相对稳定的生态系统。

20多年来，人类活动正在干扰和破坏着大气层上层臭氧的自然平衡，使臭氧的含量大为减少，在南极上空首先发现“臭氧层空洞”。近年来南半球每年春季时(9月至11月)南极上空就会出现臭氧空洞。1995年南极上空一次臭氧层空洞历时40多天，面积2 000万平方公里，相当于两个欧洲。尽管1992年环发大会以来全世界对保护臭氧层采取了一系列措施，至1997年，全球仍不断有臭氧层空洞的报道。1997年南极臭氧层空洞面积已达1 859万平方公里，为南极大陆面积的1.3倍，被破坏的臭氧量约为5 508万吨。在青藏高原等世界高地形区上空也探测出臭氧低谷。2000年9月3日南极上空的臭氧层空洞面积达到2 830万平方公里，相当于美国国土面积的3倍。后来又观察到最大的空洞达2 918万平方公里，是迄今为止观察到的最大的臭氧层空洞。

2002 年臭氧层空洞变小了，但 2003 年 10 月科学家又发现，当年南极上空大气中的臭氧消失量自 1961 年有观测史以来达到最大值，臭氧层空洞面积发展为有观测史以来第二大规模，达 2 868 万平方公里，约为南极面积的两倍。

臭氧层空洞在南极形成的原因：在冬季半年里，南极上空有一个深厚的涡旋，气流沿着南极高原作顺时针旋转，把南极大陆封闭起来。从赤道来的富含臭氧的气流进不了南极上空，而在旋涡中上升的空气，因为上升过程中气温下降的速度要比实际大气中快得多，加上南极高原本来就海拔高气温低，因而形成极低的低温环境。臭氧层所在的 20 km 高度上气温常常在 −80 ℃以下（比北极要低得多）。南极大气涡旋中的空气上升过程中还会生成大量的冰晶云，云中的冰晶不断吸收氯氟烃气体，浓度越来越高。一旦南极春季（9 月）来临，极夜结束，阳光照射下冰晶云升温，氯氟烃气体迅速释放，而氯氟烃分子在紫外线照射下开始释放氯原子，臭氧层受到破坏的过程立即开始，臭氧层因大量损耗臭氧而出现臭氧层空洞。一旦春末南极旋涡残缺或破坏消失，大量富含臭氧的赤道南下的新鲜空气进入南极上空，臭氧层空洞便又匆匆消失。

二、臭氧层破坏的机制

臭氧层空洞的发生主要是由于具有破坏臭氧层的物质进入了臭氧层。

（一）CFCs 化合物

人类合成的某些化合物，尤其是氟利昂进入平流层后，在短波紫外光作用下离解生成自由氯原子，并起连锁催化作用，促进 O_3 的分解，造成臭氧层减小。其简化反应式为：

$$\text{CFCs}+\text{紫外线}\longrightarrow \text{Cl}(\text{自由氯原子})$$

$$Cl+O_3 \longrightarrow ClO+O_2$$

$$ClO+O \longrightarrow Cl+O_2$$

从上面的方程式可以看到，只要有少量 Cl，就会使 O_3 不断分解。

造成自由氯原子产生的是一类用途很广的氯氟烃化合物（CFCs），主要有氟利昂 11（$CFCl_3$），氟利昂 12（CF_2Cl_2）等，是制冷、雾化、发泡等的重要原料。全世界每年生产氟利昂 200 万吨以上，其中大部分最终被释放到大气层中。

人们通常所说的氟里昂，实际上就是全氯氟烃（CFC）产品，“氟里昂”只是国外最早开发生产出来的一个商品的名称，而这一名称却被错误地沿袭下来。氯氟烃对臭氧层的破坏作用十分严重，它是消耗臭氧层物质（ODS）中数量最大的一类。然而，由于其具有优良的化学和物理性能，在人们发现其“劣行”之前，对它的应用已经深入到了国民经济的各个领域，包括航空航天、机械电子、医药卫生、石油及日用化工、建筑、食品加工、家用电器、商业服务等行业，无一能够“幸免”。

现在所谓的“无氟”冰箱实际是用氢氟烃替代氯氟烃作制冷剂，不是“无氟”而是“无氯”。

(二)氮氧化物

氮氧化物也是消耗臭氧层的主要物质，其作用的过程比较复杂，但可用以下的方程式来简单地表达：

$$NO+O_3 \longrightarrow NO_2+O_2$$

$$NO_2+O \longrightarrow NO+O_2$$

$$O+O_3 \longrightarrow 2O_2$$

氮氧化物来自氮肥生产和化石燃料的大量使用。超音速飞机排出的 NO 气体和汽车尾气也是氮氧化物的重要来源。

(三)其他化学物质

另外还有其他一万多种化学物质如 CCl_4、$C_2H_3Cl_3$，都是不同程度地消耗臭氧层的物质。

现代频繁的大气层火箭发射实验把平流层推开一个又一个的"洞"并将氮氧化物和 Cl 推进平流层，使它们有机会进入臭氧层。

三、紫外线辐射增强的危害

太阳向四周空间放射的巨大能量称为太阳辐射，它是地球上光和热的来源，对植物生长、动物的健康和生产力有着很大影响。从太阳辐射的物理特性来看，辐射是一种电磁波，其波长用 nm 表示，而紫外线为电磁波谱中的特定波长的射线。受这种紫外线长期辐射能引起眼睛白内障等各种眼病。紫外线按照其辐射波长的不同，可以划分成紫外线 A、紫外线 B、紫外线 C 三个波段。紫外线 A：波长 315～400 nm，正常都可到达地面。紫外线 B：波长 280～315 nm，吸收量与 O_3 含量正相关，其对人类也有较大的影响。所以，可以在地面通过对紫外线 B 的直接测量和分析来研究大气臭氧层的变化以及紫外线辐射对环境和人体的影响。紫外线 C：波长 280 nm 以下，基本上被 O_3 完全吸收。

平流层中臭氧每减少 1%，到达地球表面的紫外线辐射就会增加 2%。根据国际臭氧趋势专题研究组的预测资料统计分析，在北半球 30～60 纬度地区内，年平均减少率为 1.7%～3.0%。预计到 2050 年，平流层臭氧将减少 4%～20%。

通常紫外线对人体是有益的，如紫外线具有促进维生素 D 合成的作用，能够帮助骨骼的生长发育。紫外线可使微生物细胞内核酸、原浆蛋白发生化学变化，以杀灭有害微生物，对空气、水、污染物体表面进行消毒灭菌。

但紫外线是一把双刃剑。现在已经普遍认识到，过多的紫外线辐射是有害的。

1. 对人体健康的危害。它主要影响眼睛和皮肤，引起急性角膜炎和结膜炎、慢性白内障、青光眼等眼疾，诱发皮肤癌。过量地照射紫外线，势必导致皮肤老化，出现皱纹、雀斑等等，使人的免疫系统变化，并最终诱发皮肤癌。紫外线 C 和紫外线 B 对人体造成的危害大于紫外线 A。

紫外线指数

为了保护人体健康，有些城市每天公布紫外线指数公报。紫外线指数是指在一天中，太阳在天空中的位置最高时（一般是在中午前后），到达地面的太阳光线中的紫外线辐射对人体皮肤的可能损伤程度。紫外线指数用0～15的数字来表示。通常规定，夜间的紫外线指数为0，在热带、高原地区，晴天无云时的紫外线指数为15。紫外线指数值越大，表示紫外线辐射对人体皮肤的红斑损伤程度愈厉害；同样，紫外线指数越大，也表示在愈短的时间里对皮肤伤害愈强。

紫外线指数为0、1、2时，表示太阳辐射中的紫外线量最小，这个量对人体基本上没有影响，一般情况下无需防护；紫外线指数为3或4时，表示太阳辐射中的紫外线量还比较低，对人体的可能影响也是比较小的，但接受日光照射时还应注意使用防晒护肤品；紫外线指数为5和6时，表示紫外线的量为中等至偏高强度，对人体皮肤也有中等强度的伤害影响，在接受日光照射时应使用防晒护肤品，并戴好帽子和太阳镜；紫外线指数为7、8、9时，表示有较强的紫外线照射强度，这时，对人体的影响就比较大，需要采取相应的防护措施，尽量避免日晒，如果接受日光照射应使用防晒护肤品，并戴好帽子和太阳镜；当紫外线指数大于10时，表示紫外线照射量非常强，对人体有最大的影响，必须采取防护措施，一定不要在没有任何防护措施的情况下日晒。

2.对化工材料的影响。紫外线辐射会加速各种有机材料和无机材料的化学分解和老化；加速高分子聚合物质的老化过程，促使颜料和染料物褪色。

3.对农作物、水生生物的危害。海洋中的浮游生物也会因紫外线的照射，生长受到影响甚至死亡。紫外线B辐射可使浮游植物光合作用削弱60%。

4.对生态系统的破坏。紫外线杀灭生态系统中某一环节（营养级）会使生态系统的良性平衡发生变动。

5.对环境的污染。过多紫外线同样也会杀灭有益微生物，削弱自然净化能力；而且紫外线对光化学烟雾起催化作用。

四、关于保护臭氧层的国际行动

面对臭氧层破坏带给人类的巨大危害，全世界对保护臭氧层的行动日益重视。最早在1985年，国际上就签订有《保护臭氧层国际公约》（维也纳公约）。1987年9月16日，24个国家共同签署了控制氟氯烃（CFCs）使用量，保护臭氧层的《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》（简称《蒙特利尔议定书》），进一步确定了全球保护臭氧层国际合作框架。《蒙特利尔议定书》的首要目的是淘汰氟氯烃、哈龙（Halon）、四氯化碳等臭氧耗损潜值（ODP）较高的消耗臭氧层物质。从此每年的9月16日定为国际保护臭氧层日。至今，加入该议定书的国家已达184个。根据《蒙特利尔议定书》要求，到2010年1月1日，第5条款国家（即发展中国家）氟氯烃和哈龙等主要消耗臭氧层物质的生产和消费量实现“零”的目标。发达国家已于1996年完全停止了氟氯烃和哈龙的生产和使用。

五、我国在保护臭氧层工作上的国际态度

保护臭氧层是人类的共同责任。我国在 1993 年就正式出台了《中国逐步淘汰消耗臭氧层物质的国家方案》,并决定 2010 年全部实现无氯产品。

现在,保护臭氧层行动已进入履约的关键期,我们面临 2007 年主要消耗臭氧层物质削减 85%的目标及 2010 年削减到"零"这一目标的挑战。因此要加强与国际、国内社会各阶层的通力合作,为实现履约目标而努力,要加强环境科学与工程的一系列研究。

中国 ODS 淘汰活动已开展 10 多年。十几年来,中国政府认真履行公约义务,在化工、清洗、泡沫、气雾剂、制冷、汽车空调、烟草等消耗臭氧层物质生产和消费领域开展了大规模的淘汰活动。淘汰方式逐渐从单个项目发展到伞形项目,乃至行业机制;项目管理也从最初的国际执行转变为国家执行的管理模式。

根据不同时期的情况,针对不同的行业特点,淘汰活动采取了一系列富有成效的管理措施与办法。这是中国政府在不断地摸索和实践中,依据自身国情特点独创的管理模式,它不仅保证了履约活动的顺利进行,还为其他发展中国家的淘汰活动提供了有益的借鉴。

1999 年,中国开始对氟里昂生产实行全行业淘汰计划,在蒙特利尔议定书多边基金 1.5 亿美元赠款的援助下,到 2010 年前,除了用于必要用途的生产外,中国将关闭拆除境内全部氟里昂生产线,完成我国承诺的履行蒙特利尔议定书的义务。

关闭、减少氟里昂企业的生产,抓好氟里昂替代品的工作更是不容忽视。与此同时,规范替代品的标准,加强技术领域的多方合作也是重要的工作。

作为全国环保模范城市的厦门,2001 年 11 月 8 日起,不再批准新建、扩建生产和使用氟里昂项目。自 2003 年 1 月 1 日起,厦门市所有在用空调等制冷设备,禁止再灌装氟里昂类制冷剂。此项绿色工程的开展,将使厦门市提前 7 年完成国家环保局规定的"2010 年全国禁用氟里昂"这一目标。

第三节 酸雨的形成和危害

一、酸雨(酸式气溶胶、酸性沉降物)的形成和酸度

纯净的雨雪溶有空气中的 CO_2,形成 H_2CO_3,具有微酸性。当空气中 CO_2 浓度在正常水平(312 mg/L)时,降落雨水 pH 值为 5.65。

一般认为酸雨是 pH 值小于 5.65 的降雨,是燃烧煤、石油和天然气所产生的 SO_2 和氮氧化物与大气中的水分结合而形成的产物,含酸的主要成分是硫酸和硝酸。pH 值小于 5.65 的雪叫酸雪,高空或高山上弥漫的雾 pH 值小于 5.65 时叫酸雾。

酸雨中还含有碱性物质,主要来自土壤、工业粉尘和天然来源的 NH_3 等。雨水的酸碱度实际上是酸碱中和平衡的结果。$pH=\log_{10}(1/[H^+])$,是氢离子浓度倒数的对数。

近代工业革命从蒸汽机开始，锅炉烧煤，产生蒸汽，推动机器；而后火力电厂星罗棋布，燃煤数量日益猛增。遗憾的是，煤含杂质硫约百分之一，在燃烧中将排放酸性气体 SO_2；燃烧产生的高温还能促使助燃的空气发生部分化学变化，氧气与氮气化合，也排放酸性气体 NO_x。它们在高空中为雨雪冲刷、溶解，雨成为了酸雨；这些酸性气体成为雨水中杂质硫酸根、硝酸根和铵离子。1872 年英国科学家史密斯分析了伦敦市雨水成分，发现它呈酸性，且农村雨水中含碳酸铵，酸性不大；郊区雨水含硫酸铵，略呈酸性；市区雨水含硫酸或酸性的硫酸盐，呈酸性。于是史密斯首先在他的著作《空气和降雨：化学气候学的开端》中提出"酸雨"这一专有名词。

酸雨率：一年之内可降若干次雨，有的是酸雨，有的不是酸雨，因此一般称某地区的酸雨率为该地区酸雨次数除以降雨的总次数。其最低值为 0%，最高值为 100%。如果有降雪，当以降雨视之。有时，一个降雨过程可能持续几天，所以酸雨率应以一个降水全过程为单位，即酸雨率为一年出现酸雨的降水过程次数除以全年降水过程的总次数。除了年均降水 pH 值之外，酸雨率是判别某地区是否为酸雨区的又一重要指标。

酸雨区的五级标准：某地收集到酸雨样品，还不能算是酸雨区，因为一年可有数十场雨，某场雨可能是酸雨，而又有场雨可能不是酸雨，所以要看年均值。目前我国定义酸雨区的科学标准尚在讨论之中，但一般认为：年均降水 pH 值高于 5.65，酸雨率是 0%～20%，为非酸雨区；pH 值在 5.30～5.60 之间，酸雨率是 10%～40%，为轻酸雨区；pH 值在 5.00～5.30 之间，酸雨率是 30%～60%，为中度酸雨区；pH 值在 4.70～5.00 之间，酸雨率是 50%～80%，为较重酸雨区；pH 值小于 4.70，酸雨率是 70%～100%，为重酸雨区。这就是所谓的五级标准。

20 世纪以来，全世界酸雨污染范围日益扩大。pH 值 3～4 已为常见。加拿大酸雨面积已达 120 万～150 万平方公里，pH 值多为 4.0～4.5。美国 15 个州测定降雨 pH 值平均 4.8 以下，最低达 1.5。

我国酸雨现象也日益严重，大部分城市均出现了酸雨。1997 年报道酸雨已约占全国面积的 40%，森林受害 128 万公顷。在重庆和贵阳烧"高硫煤"的地方，酸雨更为严重，pH 值达 4 以下。

厦门酸雨问题不容忽视。2000 年厦门市降水酸度(pH)值 4.68，酸雨率 89.6%，已属于酸雨污染的重酸雨区。厦门的酸雨主要以外来污染为主，厦门地区酸雨的改善有待于周边地区二氧化硫(主要致酸因子)排放的减少。酸雨是在高空雨云中形成的，并可远距离传输，成为跨越省界、国界的公害，是全球性的环境污染问题。因此，不能仅控制酸雨区的酸性物质排放，应该周边地区一起控制。科学家曾估计过，我国大部分省份排放的 SO_2 有一半以干湿沉降方式沉降在本省范围，20%～30%沉降到周围省份，其他则沉降到较远的省份。大城市更为突出，它们排放的 SO_2 仅有 20%左右沉降在本市内，80%被传输到其他地方去了。可见，不

但要控制和消减酸雨地区的酸性物质排放，还要控制和消减其周边地区酸性物质排放，特别是要控制和消减大城市的酸性物质排放，才能完全解决我国的酸雨问题。

酸雨形成的原理是一种复杂的大气化学和大气物理现象，可简单表示如下：

1. 硫氧化物

气相反应：$2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3$，$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$

液相反应：$SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$，$2H_2SO_3 + O_2 \longrightarrow 2H_2SO_4$

2. 氮氧化物

$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$，$2NO_2 + H_2O \longrightarrow HNO_3 + HNO_2$

二、酸雨的危害

(一)酸雨对水生生态系统的影响

酸雨对水体的影响主要体现在使湖泊、河流酸化，引起 pH 值的降低，水体酸化又促使土壤中的重金属溶出；水体酸化后对浮游生物种类和群落结构的影响，破坏这里的生产力和食物链。在酸化的湖泊中离子浓度变化，阴离子中的硫酸根取代碳酸氢根，阳离子中钙离子浓度随氢离子浓度的增加而降低，Al、Ni、Cu、Zn、Pb 等金属浓度相应增加。

(二)酸雨对陆地森林、农作物的影响

1. 酸雨对陆地森林的影响。酸雨对树木的伤害首先反应在叶片上，而树木不同器官的受害程度为根＞叶＞茎。不同种类的灌木对酸雨的敏感性和抗性差异大。我国西南地区有不少抗酸雨的乔灌木树种，如火力楠、罗汉松、塔柏、樟树等。酸雨对成熟林生长和生产力也产生不利的影响。我国的西南地区、四川盆地受酸雨危害的森林面积最大，约为 27.56 万公顷，占林地面积的 31.9%。

2. 酸雨对作物的影响。不同农作物类别对酸雨的敏感性差异很大。水稻对酸雨的抗性较强，只有在较强酸雨的影响下才会危害其生长；大豆、烟叶对酸雨也不敏感；而油菜、小麦、大麦、番茄、芹菜、茄子、豇豆、黄瓜、春葵白易受酸雨的影响造成减产；抗性较强的有青椒、甘蓝、小白菜、菠菜、胡萝卜等。

3. 酸雨对土壤的影响。降低土壤的阳离子交换量和盐基饱和度，破坏土壤的肥力，导致植物营养不良。有毒有害元素活化，特别是富铝化土壤，造成植物铝中毒。有机质含量轻微下降。土壤中微生物总量、种类变化，影响固氮作用，氮素的转化与平衡遭到一定的破坏。

(三)腐蚀建筑材料、金属结构、油漆、古迹、雕塑等

特别是许多以大理石和石灰石材料的历史建筑物和艺术品，耐酸性差，容易受酸雨的影响而产生腐蚀和变色。

(四)对人体健康的影响

酸雨使饮用水源污染，通过食物链进入人体。

我国酸雨的发展趋势：酸雨的发生可能加重，区域面积将扩大，降水酸性可能将继续升高。

有研究表明，由二氧化硫等导致的酸雨污染每年给我国造成的损失超过 1 100 亿元，整个

大气污染所造成的损失每年约相当于我国 GDP 的 2%～3%。专家指出，这一估算还没有考虑大气污染对水体以及对材料、建筑物腐蚀的影响，因而所得的结果仍是偏低的。

我国二氧化硫排放量已远远高于环境承载能力。全国开展监测的 338 个城市中，63.5% 的城市超过国家空气环境质量二级标准，处于中度或严重污染状态。继北欧、北美之后，我国青藏高原以东、长江干流以南已经成为世界第三大酸雨区，61.8%的南方城市出现酸雨，酸雨面积占国土面积的 30%，区域性酸雨污染严重。二氧化硫污染和酸沉降污染已经对我国的自然资源、生态系统、材料、能见度和公众健康构成了威胁，造成了巨大的经济损失，严重影响了国民经济的发展和人民群众的正常生活。

三、控制酸雨蔓延的对策

控制和消除酸雨的最根本方法是限制 SO_2 和 NO_x 的排放量，或者从燃料中先把这些物质去掉。可以考虑采取以下的措施：

1. 加强监测，建立预报和最优控制模型。
2. 建立合理的工业布局。
3. 清洁生产。降低煤炭中的含硫量，高硫煤应进行洗选。
4. 工厂安装脱硫设备，提高脱硫技术。
5. 提高城市燃气普及率。
6. 改良已经酸化的土壤。
7. 加速城市绿化和恢复植被，禁止在林地剃枝割草和收集枯枝落叶。

第四节　污染物质的迁移

一、污染物质迁移的定义

污染物的迁移是指污染物在环境中发生的空间位置的移动及其引起的富集、分散和消失过程。

人类释放到环境中去的各种人造物质已多达 600 多万种(1995 年计)，且每年大约又增加 30 万种。

二、污染物质的迁移方式

污染物在环境中的迁移主要有下述三种方式：

(一)机械迁移

根据机械搬运力的不同又可分为：①水的机械迁移作用，即污染物在水体中的扩散作用和

被水流搬运；②气的机械迁移作用，即污染物在大气中的扩散和被气流搬运；③重力的机械迁移作用，即大气中颗粒物在重力作用下的沉降。

1. 污染物在大气中的扩散

导致化学污染物在大气介质中扩散的主要原因是化学势梯度，属于湍流扩散，可以近似地当作分子扩散。大气湍流扩散过程以垂直扩散占优势。此外，化学污染物在大气中的扩散形式与污染源有密切关系，可以分为点源扩散、线源扩散和面源扩散。

2. 污染物在海洋中的扩散

化学污染物进入海水中，也发生湍流扩散。不过，它以水平扩散占优势，并受海水的温度、盐度和压力的影响。它含两个过程，即横向混合过程和垂直混合过程。垂直混合过程是由于海水垂直环流的作用以及由风力形成的漂流和波浪、海水温度与盐度的时空变化，导致进入海洋生态系统中的化学污染物发生垂直混合。

3. 污染物在河水中的扩散

污染物在河流中的扩散，受源强、河流两岸和流场的影响。污染物发生湍流混合作用，直至剖面浓度均匀为止。

4. 污染物在土壤中的扩散

污染物进入土壤介质后，在土壤介质中的迁移和扩散过程，可以用水流模型和溶质迁移模型进行描述。

(二)物理—化学迁移

对无机污染物而言，是以简单的离子、络离子或可溶性分子的形式在环境中通过一系列物理化学作用，如溶解—沉淀作用、氧化—还原作用、水解作用、络合和解离作用、吸附—解吸作用等所实现的迁移。对有机污染物而言，除上述作用外，还有通过化学分解、光化学分解和生物化学分解等作用所实现的迁移。物理—化学迁移是污染物在环境中迁移的最重要的形式，这种迁移的结果决定了污染物在环境中的存在形式、富集状况和潜在危害程度。

1. 吸附—解吸作用

吸附—解吸主要发生在土壤生态系统中。无机污染物和亲水性有机污染物在土壤/沉积物介质中的吸附机理主要是表面静电吸附和共价结合作用。

2. 溶解—沉淀过程

与吸附—解吸过程相比，溶解—沉淀过程相对比较简单。土壤介质中化学污染物的沉淀或矿物可以部分溶解于土壤溶液中；相反，土壤溶液中存在的溶解态的化学污染物可以与土壤介质中的其他各种化学成分发生反应而形成沉淀。

3. 络合—解离过程

络合—解离过程也是生态系统中发生的最基本的和最普遍的过程之一。尤其当水溶液中存在过量的 OH^-、Cl^-、I^-、Br^-、F^-、SO_4^{2-}、CNS^-、CN^- 时，这种络合作用更容易发生。

4. 烷基化过程

生态系统中的许多重金属污染物在一定条件下可以转化为金属有机化合物，这一转化使金属的生物毒性得以加剧。例如，金属汞的烷基化过程就是一个非常有害的污染生态过程。它又分为两种：生物烷基化过程和非生物烷基化过程。

5. 影响因素

污染物在环境中的物理—化学迁移受到两方面因素的制约：一方面是污染物自身的物理

化学性质，另一方面是外界环境理化条件和区域自然地理条件。

（三）生物迁移

污染物通过生物的吸收、代谢、生长、死亡等过程所实现的迁移，是一种非常复杂的迁移形式，与各生物种属的生理、生化和遗传、变异作用有关。某些生物体对环境污染物有选择吸收和积累作用，某些生物体对环境污染物有降解能力。生物通过食物链对某些污染物（如重金属和稳定的有毒有机物质）的放大积累作用是生物迁移的一种重要表现形式。

污染物的生物迁移大致可分为两个层次，即污染物在生物个体内的迁移以及在食物链（网）上的转移。污染物在生物个体内的迁移，主要包括各种生物对污染物的吸收、积累，在个体不同部位、组织或器官的转移，以及污染物被排出体外的过程。污染物在生物个体层次上的转移是污染物在生态系统中迁移和积累的基础，它与生物的生理生化特性密切相关。污染物在食物链（网）的转移，是污染生态学的关键问题。污染物在生态系统中的迁移和积累既包括微观上从分子水平阐明吸收、积累机制方面的内容，又包括宏观上阐明污染物在生态系统中的格局和过程。

1. 生物对污染物的吸收

生物对污染物的吸收，是污染物进入生物体内的第一过程。各类生物对污染物的吸收方式和途径各有其特点。

2. 生物富集

许多污染物在生物体内的浓度远远大于其在环境中的浓度，并且只要环境中这种污染物继续存在，生物体内污染物的浓度就会随着生长发育时间的延长而增加。对于一个受污染的生态系统而言，处于不同营养级上的生物体内的污染物浓度，不仅高于环境中污染物的浓度，而且具有明显的随营养级升高而增加的现象。生物个体或处于同一营养级的许多生物种群，从周围环境中吸收并积累某种元素或难分解的化合物，导致生物体内该物质的平衡浓度超过环境中浓度的现象，叫生物富集，又叫生物浓缩（bio-concentration）。生物富集常用富集系数或浓缩系数（即生物体内污染物的平衡浓度与其生存环境中该污染物浓度的比值）来表示。

此外还有人用生物积累、生物放大等术语来描述生物富集现象。前者是指同一生物个体在生长发育的不同阶段生物富集系数不断增加的现象；后者是指在同一食物链上，生物富集系数从低位营养级到高位营养级逐级增大的现象。

污染物是否沿着食物链积累，决定于以下三个条件，即污染物在环境中必须是比较稳定的，污染物必须是生物能够吸收的，污染物是不易被生物体在代谢过程中所分解的。目前最典型的还是 DDT 在生态系统中的转移和积累。

在生态系统中，污染物在沿食物链流动过程中随营养级的升高而增加，其富集系数在各营养级中均可达到极其惊人的含量。

三、防治污染物迁移的国际行动

20 世纪 30 年代以来，人造合成有机化学品的生产和使用急剧增长，其中许多化学品对现代社会而言是很重要的，但同时也可能对人体健康和环境带来严重危害。持久性有机污染物（persistent organic pollutants），即 POPs 的化学品，是一类特殊的污染物，即使接触的剂量很低也可能致癌、导致中枢和外周神经系统损伤、免疫系统患病、生殖系统紊乱、婴幼儿正常生长

发育受阻等。由于 POPs 在环境中不易降解、存留时间较长，可以通过大气、水的输送而影响到区域和全球环境，并可通过食物链富集，最终将严重影响人类健康。它是严重威胁人类健康和生态环境的全球性环境问题，由于其持久性、生物累积性和长距离迁移性，这种危害是长期而复杂的，因此国际社会对 POPs 问题引起广泛关注，呼吁采取紧急国际行动，减少和消除其排放，并开展了卓有成效的不懈努力以促成对 POPs 物质采取全球统一控制行动。经过长达 4 年的多轮政府间谈判，127 个国家和地区的代表于 2001 年 5 月 23 日终于通过《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》。至今，已经有 151 个国家签署了该公约，中国政府也在 2001 年 5 月 23 日签署了该公约。

2001 年 12 月，国际文书政府间谈判委员会第五次会议达成了禁用 12 种持久性有机污染物(POPs)的协议。国际社会的关注体现了持久性有机污染物在学术研究领域、社会发展中的重要地位。建立有机污染物分析和监测新技术、新方法并将其用于揭示有机污染物在海洋环境中的迁移、转化、生态效应及微观毒性机制是目前该研究领域里的国际性前沿课题。

公约规定最初采取国际削减和淘汰行动的物质共 12 种(类)包括 3 类：一是杀虫剂类(有机氯农药)，主要是艾氏剂(aldrin)、氯丹(chlordane)、滴滴涕(DDT)、狄氏剂(dieldrin)、异狄氏剂(endrin)、七氯(Heptachlor)、灭蚁灵(mirex)、毒杀酚(toxaphene)和六氯苯(hexachlobenzene，HCB)；二是工业化学品(精细化工产品)，主要是六氯苯(HCB)和多氯联苯(PCBs)；三是副产物，主要是二噁英(PCDDs)、呋喃类(PCDFs)、六氯苯(HCB)和多氯联苯(PCBs)。公约还规定可以按一定程序增加受控物质的种类。

中国为履行《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》，已经成立了专门组织指导持久性有机污染物(POPs)的削减和淘汰工作组，并正积极编制和实施 POPs 削减和淘汰国家实施计划，以期最终控制和消除 POPs 对人民健康和环境的危害。

现在有一类污染物，它包括持久性有机污染物(POPs)、重金属和某些环境激素等，称为 PTS (persistent toxicological substances)。PTS 中的 PAHs、PCBs、有机磷和有机氯农药等是备受瞩目的有机污染物。

[概念与知识点]

全球变化、温室效应、大气“温室效应”、温室效应加剧、温室气体、酸沉降、臭氧层、消耗臭氧层物质(ODS)、污染物的生物迁移、生物富集、生物浓缩系数、持久性有机污染物(POPs)、持久性毒性物质(PTS)

[思考与练习]

1. 什么叫温室效应？什么是温室气体？
2. 造成温室效应的物质主要有哪些？它们的来源是什么？
3. 结合实际谈谈大气“温室效应”加剧对人类可能产生哪些不利的影响。
4. 试述全球气候变暖的原因及影响，并说明如何防治。
5. 臭氧层对保护地球生命所起的作用是什么？
6. 造成臭氧层破坏的人为排放物质主要有哪些？南极臭氧层空洞形成的原因是什么？
7. 试述臭氧层破坏对人类环境的影响。

8. 人类在遏制臭氧层破坏方面采取了哪些措施？今后应注意什么问题？
9. 酸雨的酸度如何规定？
10. 为什么酸雨的 pH 值是低于 5.65，而不是 7.0？
11. 简述酸雨的形成过程和主要危害，如何防治？
12. 污染物在环境中的迁移主要有哪些方式？
13. 为防止污染物的全球迁移，国际上采取了哪些行动？我国如何执行？

[推荐读物与网络资源]

温刚，严中伟，叶笃正. 1997. 全球环境变化：我国未来(20—50 年)生存环境变化趋势的预测及研究. 湖南：湖南科学技术出版社
Mark B. Bush. 2003. 生态学：关于变化中的地球(第三版)大学环境教育丛书(影印版). 2003. 北京：清华大学出版社
Kang—tsung Chang. 2001. 地理信息系统导论. 陈健飞 2003 年译. 北京：科学出版社
寒冬，寒之. 2001. 臭氧层. 北京：中国环境科学出版社
孙崇基. 2000. 酸雨. 北京：中国环境科学出版社

www.chinaozone.com 臭氧在线
www.sinopu.com 臭氧层
acidrain.atm.ncu.edu.tw 台湾酸雨资讯网[繁体字]
www.ccchina.gov.cn 中国气候变化信息网
www.ace.mmu.ac.uk 地球大气、气候与环境信息计划[英文]
www.unfccc.de 联合国气候变化框架公约
www.essp.org IGBP 全球环境变化：区域性挑战
www.start.org IHDP 全球变化：分析、研究和培训系统

第五章　我国主要的环境污染问题

第一节　土壤污染

一、概念

1. 土壤结构组成：包括固体、液体和气体三相，由矿物质、有机质、水分和空气四种物质组成。

2. 土壤功能：具有提供和协调植物生长所需的营养条件（水分与养分）以及环境条件（温度和空气）的能力，并具有同化和代谢外界输入物质的能力。

3. 土壤污染：指有害物质的含量超过了土壤自然本底的含量和土壤的自净能力，因而破坏了土壤系统原来的平衡，使土壤的作用和理化性质发生了变化。

二、土壤污染的特点、种类和来源

目前我国受镉、砷、铬、铅等重金属污染的耕地面积近 2 000 万公顷，占总耕地面积的 1/5，其中工业“三废”污染耕地 1 000 万公顷。全国 1 300 万～1 600 万公顷耕地受农药污染，虽然六六六与 DDT 已禁用 20 多年，但检出率仍很高。

（一）我国土壤污染有以下几个特点

1. 土壤污染具有隐蔽性和滞后性。大气污染、水污染和废弃物污染等问题一般都比较直观，通过感官就能发现。而土壤污染则不同，它往往要通过对土壤样品进行分析化验和农作物的残留检测，甚至通过研究对人畜健康状况的影响才能确定。因此，土壤污染从产生污染到出现问题通常会滞后较长的时间。如日本的“骨痛病”经过了 10～20 年之后才被人们所认识。

2. 土壤污染的累积性。污染物质在大气和水体中，一般都比在土壤中更容易迁移。这使得污染物质在土壤中并不像在大气和水体中那样容易扩散和稀释，因此容易在土壤中不断积累而超标，同时也使土壤污染具有很强的地域性。

3. 土壤污染具有不可逆转性。重金属对土壤的污染基本上是一个不可逆转的过程，许多有机化学物质的污染也需要较长的时间才能降解。譬如：被某些重金属污染的土壤可能要

100～200 年时间才能够恢复。

4. 土壤污染很难治理。如果大气和水体受到污染，切断污染源之后通过稀释作用和自净化作用也有可能使污染问题不断逆转，但是积累在污染土壤中的难降解污染物则很难靠稀释作用和自净化作用来消除。土壤污染一旦发生，仅仅依靠切断污染源的方法往往很难恢复，有时要靠换土、淋洗土壤等方法才能解决问题，其他治理技术可能见效较慢。因此，治理污染土壤往往不易采取大规模的消除措施，通常治理成本较高、治理周期较长。

鉴于土壤污染难以治理，而土壤污染问题的产生又具有明显的隐蔽性和滞后性等特点，因此土壤污染问题一般都不太容易受到重视。

(二)土壤污染的种类和来源

1. 重金属污染：主要来自工业“三废”排放和农业的生产活动。

(1)工业“三废”排放：汞、镉、铅、铬、砷、锌等重金属会引起土壤污染。这些重金属污染物主要来自冶炼厂、矿山、化工厂等工业“三废”排放和汽车废气沉降。公路两侧易被铅污染。2000 年，对 30 万公顷基本农田保护区土壤有害重金属抽样监测，其中 3.6 万公顷土壤重金属超标，超标率达 12.1%。土壤一旦被重金属污染，是较难彻底清除的，对人类危害严重。

(2)农业的生产活动：砷被大量用作杀虫剂和除草剂，磷肥中含有镉。

利用生活污水和工业废水灌溉农田，使有毒有害物质沉积和吸附在土壤中，并通过植物吸收进入食物链。土壤中含 Cd 一般为 0.3～0.5 mg/L，超过 1 mg/L 就算被污染。土壤对 Cd 忍受性最小，对 Cd 吸附力却很强。

2. 农药和化肥有机物污染：现代化农业大量施用农药和化肥。凡是残留在土壤中的农药和氮、磷化合物，在发生地面径流或土壤风蚀时，就会向其他地方转移，扩大土壤污染范围。

(1)化学农药的污染：目前化学农药已多达数千种以上，全球每年约生产化学农药数千万吨。中国农药生产量居世界第二位，但产品结构不够合理，质量较低，产品中杀虫剂占 70%，杀虫剂中有机磷农药占 70%，有机磷农药中高毒品种占 70%。

(2)化肥对土壤的污染：我国每年施用化肥达数千万吨。长期使用氮肥会使土壤结构破坏。化肥中 CN—化合物等有毒物质残留土壤。我国缺钾耕地面积已占耕地总面积的 56%。约 50%以上的耕地微量元素缺乏，70%～80%的耕地养分不足。由于有机肥投入不足，化肥使用不平衡，造成耕地土壤退化，耕层变浅，耕性变差，保水肥能力下降。

3. 病原菌污染：禽畜饲养场的厩肥和屠宰场的废物，其性质近似人粪尿。利用这些废物作肥料，如果不进行物理和生化处理，则其中的寄生虫、病原菌和病毒等可引起土壤和水域污染，并通过水和农作物危害人群健康。

4. 大气沉降物：大气中的二氧化硫、氮氧化物和颗粒物，通过沉降和降水降落到地面。20 年来，北欧的南部、北美的东北部等地区，雨水酸度增大，引起土壤酸化，土壤盐基饱和度降低。

5. 放射性污染：主要有两个方面，一是放射性试验，二是原子能工业中所排出的三废。由于自然沉降、雨水冲刷和废弃物堆积而污染土壤。土壤受到放射性污染是难以排除的，只能靠自然衰变达到稳定元素时才结束。这些放射性污染物会通过食物链进入人体，危害健康。

6. 固体废物：主要指城市垃圾和矿渣、煤渣、煤矸石和粉煤灰等工业废渣。固体废物的堆放占用大量土地而且废物中含有大量的污染物，污染土壤、恶化环境，尤其城市垃圾中的废塑料包装物已成为严重的“白色污染”物。现代的城镇居民生活废物中有很大一部分就是固体废物，而固体废物中最多的，对环境影响最大的也就是白色污染物。白色的一次性塑料碗、一次

性塑料杯、农用塑料薄膜等等比比皆是。由于这些塑料物质很不容易被分解，所以当这些物质最后丢落到土壤中时，肯定对土壤产生极大的影响。它们在土壤中有可能一呆就是好几百年或者更长，同样也会对土壤的再生能力构成极大的威胁。

7. 其他

(1)土壤养分失调。

(2)土壤板结：现代的农业施用了大量的化肥，由于缺乏科学的施肥方法和技巧，作物仅能够吸收肥料中的部分营养，许多的物质都以其他的形式存留在土壤当中。它们作为外来物质必然改变了土壤原有的结构和功能，显著的表现就是造成土壤的板结。例如，肥料中过多的钾营养元素和过磷酸盐会使土壤理化条件变得很差，土壤通气性不好，这样就造成土壤板结，影响植物的生长发育，间接地影响作物的产量。

(3)土壤侵蚀和荒漠化。

(4)土壤盐碱化。

三、土壤污染的危害和改良措施

(一)土壤污染的危害

1. 土壤污染导致严重的直接经济损失。
2. 土壤污染导致食物品质不断下降。
3. 土壤污染危害人体健康。
4. 土壤污染导致其他环境问题。

(二)已污染土壤可采取的改良措施

1. 可用排水的办法。
2. 改变耕作制度，促进污染物分解。
3. 采取深翻土地的方法。
4. 采取换客土的办法。

第二节　大气污染

大气同水、土地、矿产一样，都是自然环境中可为人利用的资源，主要表现在：①大气作为资源被直接应用到工农业生产；②大气提供了风能。

环境科学中研究的大气主要是地球上空的对流层。对流层是大气圈中最接近地面的一层，平均厚度为 12 km。对流层有两个显著的特点：①气温随高度增加而降低；②具有强烈的对流运动。人类活动排放的污染物主要是在对流层聚集，大气污染主要也是在这一层发生。

大气保证了人和其他生物的呼吸作用。相对于食物和水，空气对人体的影响要直接、迅速得多。

洁净的空气是人类赖以生存的必要条件之一，一个人在35 d内不吃饭或5 d内不喝水，尚能维持生命，但超过5 min不呼吸空气便会死亡。

世界上发生过的严重公害事件大多数是大气污染造成的。

一、大气的组成

首先要区别大气和空气这两个概念。从自然科学的角度来看，大气和空气这两个概念是没有什么差别的，但在环境学的研究中，为了方便说明问题，须将这两个名词分别使用，各有相应的质量标准和评价方法。

空气：室内和特指某个地方(如车间、厂区等)供人和动植物生存的气体。例如教室里有人吸烟，大家说是空气浑浊，不会说大气浑浊。

大气：指在大气物理、大气气象和自然地理的研究中，以大区域或全球性的气流为研究对象。

大气的总质量6 000万亿吨，厚度约1 000 km；我们赖以生存的空气主要是近地面10～12 km范围的部分。

1996年GB 3095－1996《环境空气质量标准》替代GB 3095－82《大气环境质量标准》。经全国人大常委会修订的《中华人民共和国大气污染防治法》于2000年4月29日通过，9月1日实施。

我国自2000年6月5日起，通过中央电视台等新闻媒体发布了42个重点城市的空气质量日报，全国有55个城市通过当地电视台等媒体发布本市各区域的空气质量日报。2001年6月5日起，通过中央电视台等新闻媒体发布47个重点城市的空气质量预报。

2004年全国城市空气质量监测表明，部分污染较严重的城市空气质量有所改善，劣三级城市比例下降，但空气质量达到二级标准城市的比例也在降低。2004年监测的342个城市中，达到国家环境空气质量二级标准(居住区标准)的城市有132个，占38.6%；空气质量为三级的城市有141个，占41.2%；劣于三级的城市有69个，占20.2%。人口超过百万的特大型、超大型城市，空气中主要污染物二氧化硫和颗粒物超标比例最高，空气质量达标比例低。

大气的组分：

1. 恒定组分：氮(占总体积的78.09%)、氧(20.95%)、氩(0.93%)。这三种气体占大气总体积的99.97%。还有微量的氖、氦、氪、氙、氡等稀有气体。这一组分的比例在地球表面上任何地方几乎是可以看作不变的。

恒定组分较稳定的主要原因：

(1)分子态氮和惰性气体的性质不活泼。固氮作用所消耗的氮素基本上被反硝化作用形成的氮素所补充。

(2)自然界中由于燃烧、氧化、岩石风化、呼吸、有机物腐解所消耗的氧，基本上由植物光合作用释放的氧分子得到补充。

2. 可变组分：指CO_2和水蒸气。在通常情况下二氧化碳含量为0.02%～0.04%，水蒸气含量为4%以下，这些组分在空气中的含量是随季节和气象的变化以及人们的生产生活活动的影响而发生变化的。在通常情况下，水蒸气的含量低于4%，二氧化碳的含量为0.033%。

3. 不定组分：自然界的火山爆发、森林火灾、海啸、地震等暂时性的灾难给大气带来的尘埃、硫、硫化氢、硫氧化物、氮氧化物、盐类及恶臭气体等污染物，以及人类的生产和生活活动给

大气带来的一些不定组分，如煤烟、尘等，这些是空气中不定组分的最主要来源，也是造成空气污染的主要根源。

知道了大气组成，可以很容易判定大气中的外来污染物。如果大气中的某个组分的含量远远超过其标准含量，或自然大气中本来不存在的物质在大气中出现，即可判定它们是大气的外来污染物。

二、大气污染的形成和污染源

（一）大气污染的概念

按照国际标准化组织（ISO）作出的定义，大气污染通常是指由于人类活动和自然过程引起某种物质进入大气中，呈现出足够的浓度，达到了足够的时间并因此而危害了人体的舒适、健康和福利或危害了环境的现象。

（二）对大气污染定义的理解

1. 定义指明了造成大气污染的原因是人类的活动和自然过程。人类活动包括生活活动和生产活动两方面。自然过程包括了火山活动、森林火灾、海啸、土壤和岩石风化以及大气圈的空气运动等。

2. 定义指明了形成大气污染的必要条件，即污染物在大气中要含有足够的浓度，并在此浓度下对受体作用足够的时间。

随着居住条件的改善，建材中所含的甲醛、甲苯以及微量射线使室内空气也遭到污染。目前被称作“病态建筑”〔或称“谢克氏大楼症状”（sick building）〕的疾病在白领阶层中广泛存在，是现代空气环境污染的突出问题。这部分将在下面专门论述。

（三）大气的自净能力

大气对污染物的容纳和消化能力是有一定限度的，这个限度就是大气的自净能力。当污染物的浓度超过其自净能力时，所产生的变化将影响到人类的生存。

由于大气的自净作用，使得自然过程造成的大气污染经过一段时间后自动清除。所以，自然过程所造成的大气污染，多为暂时的和局部的。而人类活动排放污染物是造成大气污染的主要根源。

因此，我们对大气污染所作的研究，主要是针对人为造成的大气污染问题。

三、污染源类型划分

1. 按污染源存在的形式划分。适用于进行大气质量评价时绘制污染源分析图。

（1）固定污染源：位置固定，如工厂的排烟。

（2）移动污染源：位置可移动，如汽车排放尾气。

2. 按污染物排放的时间划分。分析污染物排放的时间规律。

（1）连续源：污染源连续排放，如化工厂的排气筒。

（2）间断源：排出源时断时续，如取暖锅炉的烟囱。

(3)瞬间源：排放时间短暂，如某些工厂的事故排放。

3.按污染物排放的形式划分。适用于大气扩散计算。

(1)高架源：距地面一定高度上排放污染物。

(2)面源：在一个大范围内排放污染物。

(3)线源：沿一条线排放污染物。

4.按污染物产生的类型划分。分析危害程度和治理措施。

(1)工业污染源。

(2)家庭炉灶排气。

(3)汽车排气。

空气污染的危害主要取决于污染物在空气中的浓度，而不仅是它的数量。

四、一次污染物和二次污染物

(一)一次污染物

由污染源直接排入环境的、其物理和化学性状未发生变化的污染物，或称原发性污染物。如工厂排出的 SO_2。

1.种类

(1)反应性污染物：其性质不稳定，在大气中常与某些其他物质产生化学反应，或作为催化剂促进其他污染物产生反应。

(2)非反应性污染物：其性质较为稳定，它不发生化学反应或者反应速度很缓慢。

2.反应方式

(1)气体污染物之间的反应。如常温下有催化剂存在时，硫化氢和二氧化硫气体污染物之间的反应。

(2)气体污染物在气溶胶中的溶解作用。

(3)空气中粒状污染物对气体污染物的吸附作用，或粒状污染物表面上的化学物质与气体污染物之间的化学反应。如尘粒中的某些金属氧化物与二氧化硫直接反应：

$$4MgO + 4SO_2 \longrightarrow 3MgSO_4 + MgS$$

(4)气体污染物在太阳光作用下的光化学反应。

(二)二次污染物

排入环境中的一次污染物在物理、化学因素或生物的作用下发生变化，或与环境中的其他物质发生反应所形成的物理、化学性状与一次污染物不同的新污染物，又称继发性污染物。如硫酸烟雾通过下面的变化过程而形成：$SO_2 \longrightarrow SO_3 \longrightarrow H_2SO_4 \longrightarrow (H_2SO_4)_m(H_2O)_n$（硫酸气溶胶）。$SO_2$ 在干燥的空气中其含量达 800 mg/L 人还可以忍受，但形成气溶胶后含量仅 0.8 mg/L 人就受不了。汞⟶甲基汞⟶二甲基汞。汞在微生物的作用下转变成二甲基汞，毒性显著增强，足见二次污染物对环境的危害之大。

当然，也不是说所有的二次污染物都比它的原发性污染物毒性强。

五、污染物类型

大气的污染物主要有烟尘、粉尘、SO_2、CO、光化学烟雾、含氟氯废气、核试验的放射性降落物等，分述如下：

1. 微粒：微粒是指空气中分散的液态或固态物质，其直径 0.000 2～500 μm，具体包括气溶胶、烟、尘、雾、炊事油烟等。

（1）尘粒：直径大于 10 μm 的固体微粒迅速尘降而成。

（2）烟尘：直径小于 1 μm 的固体微粒。

（3）雾尘：为液体微粒，直径可达 100 μm 。

（4）煤尘：燃烧过程中未被燃烧的煤粉尘及露天煤矿的煤扬尘。

（5）气溶胶：悬浮于空气中的固液微粒，直径小于 1 μm。

总悬浮颗粒物（TSP）是分散在大气中的各种粒子的总称，也是目前大气质量评价中的一个通用的重要污染指标，其粒径大小，绝大多数在 100 μm 以下。

（1）降尘：直径大于 10 μm，由于重力作用会很快沉降。

（2）可吸入颗粒物（Particular Matter less than 10 μm，PM_{10}），直径小于 10 μm，可在空气中长期飘浮的固体颗粒物，也称为飘尘，危害较大。

可吸入颗粒物 PM_{10}的危害可简单归纳如下：

①PM_{10}能形成细粒子层，是化学反应床，是多项反应的载体。

②PM_{10}能降低大气能见度（阳伞效应：遮挡阳光，透光率下降，气温降低，形成冷凝核，使雨雾增多，从而影响气候）。

③PM_{10}能形成干沉降，是致酸物质；经远距离输送，在区域范围内造成酸沉降。

④SO_x 与 PM_{10}的复合物可进入呼吸道，严重危害呼吸系统。

⑤汽油中的铅微粒排入空气可能引起铅中毒，导致脑神经麻木和慢性肾病。在铅含量高的环境中，小孩的脑发育明显受阻，所以现代已经禁止使用含铅汽油而必须使用无铅汽油。

空气中的微粒有多种危害。2002 年发生在北方地区的沙尘暴，不仅使建筑物蒙灰，还使外出的人嘴巴和耳朵里都是灰尘。这是建国以来较严重的一次，影响的范围大，甚至波及厦门地区，那几天空气质量指数为 2 级，主要污染物是可吸入颗粒物。

可吸入颗粒物一直是影响空气质量的首要污染物，2004 年的监测表明，46.8%的城市颗粒物污染超过二级标准；超过三级标准的城市占 14.3%。

2. CO：在氧气不足或者火焰温度不够高的情况下，碳氢化合物燃料不完全燃烧而产生的。80%的 CO 是汽车排放所造成的，每年约 2×10^8 t 的 CO 排入大气，占全部有毒气体的 1/3。人体内氧气的输送是靠血红蛋白（Hb）与氧气结合完成，但是 CO 与 Hb 的亲和力比氧气与 Hb 的亲和力大 200～300 倍，CO 与氧气争夺 Hb，生成羰基血红素，降低血液携氧能力，引起人体供氧不足而窒息。由于 CO 无色、无味、无刺激性，它的产生不能被人体感官觉察，所以一般人常在无意中发生中毒而不自知。有人称 CO 为隐形杀手，其危害性比刺激性气体大。

3. NO_x：NO、NO_2 为汽车、工厂，特别是氮肥厂、硝酸厂排出的尾气。实验证明：NO 的生成速度随燃烧温度增高而加大，氧气的浓度越大，则生成的 NO 量越大。这个规律跟 CO 相反，所以要有效控制这两种污染物的排放，就要选择燃料合适的空气比和燃烧温度；另外，开发新型催化剂也是行之有效的办法。在空气中，NO 转化成 NO_2、的速度很慢，因此空气中的

NO_2 主要来自燃烧过程。一般情况下，空气中 NO 对人体无害，但它转变为 NO_2 时就有腐蚀性和生理刺激作用。NO_2 是形成光化学烟雾的主要因素之一，它是吸收光能引发光化学反应的引发剂。N_2O 毒强极强，人一旦吸入这种气体，就会引起面部肌肉痉挛，看上去像在发笑，故称之为"笑气"。

4. 碳氢化合物(CH)：自然界中的 CH 主要由生物的分解作用产生。据估计，全世界每年由此产生的 CH_4 大约有 3 亿吨，数目非常庞大，CH_4 虽然不引起光化学烟雾，但它是重要的温室气体。人为的 CH 来源主要是不完全燃烧和有机化合物的蒸发。

城市空气中的 CH 虽然对健康无直接伤害，但能导致有害的光化学烟雾。

5. 硫氧化物(SO_2、SO_3)：燃烧含硫的煤和石油等燃料时产生的。矿物燃料中一般都含有相当数量的硫(煤中约含 0.5%～6.0%)。全世界每年排人大气中的 SO_3 约 1.5 亿吨，SO_2 和 SO_3 是酸性气体，有较强的腐蚀性，另外还有生理刺激性，长期处在 SO_2 浓度较高的环境中，人可能患呼吸系统疾病，严重的会导致肺癌。植物长期处在 SO_2 浓度较高的环境中，会出现叶落过多等症状。

硫氧化物会造成酸雾、酸雨等酸性沉降物、酸性气溶胶。

为了控制我国酸雨和二氧化硫不断恶化的趋势，1998 年 1 月 12 日国务院正式批复了我国酸雨控制区和二氧化硫污染控制区(简称"两控区")的划分方案。

(1)"两控区"的污染控制目标

到 2000 年，排放二氧化硫的工业污染源达标排放，并实行二氧化硫排放总量控制；有关重点城市环境空气二氧化硫浓度达到国家环境质量标准，酸雨控制区酸雨恶化的趋势得到缓解。到 2010 年二氧化硫排放总量控制在 2000 年排放水平以内；城市环境空气二氧化硫浓度达到国家环境质量标准，酸雨控制区降水 pH 值小于 4.5 的面积比 2000 年有明显减少。

(2)控制措施

禁止新建煤层含硫分大于 3%的矿井，建成的生产煤层含硫分大于 3%的矿井，逐步实行限产和关停；新建、改造含硫分大于 1.5%的煤矿，应当建设煤炭洗选设施；禁止在大中城市城区及近郊区新建燃煤火电厂；现有燃煤含硫量大于 1%的电厂要在 2010 年前分期分批建成脱硫设施或其他具有相应效果的减排二氧化硫的措施；并从制定规划、强化监督管理、推行二氧化硫污染防治技术和经济政策、完善酸雨和二氧化硫监测网络、开展科技研究、积极进行宣传培训等方面提出具体计划实现控制目标。

6. 光化学烟雾：汽车和工厂排出的氮氧化物(NO_x)和碳氢化合物经太阳光紫外线作用发生化学反应而产生的一种有害气体。NO_x 为吸收光能的引发剂，以 NO_2 最为重要。

现象：强烈刺激性的浅蓝色烟雾(有时呈紫色或黄褐色)，使能见度降低，行人眼睛红肿流泪，刺激呼吸系统，损害肺功能，橡胶开裂，植物叶片受毒变黄以致枯死。

1943 年美国洛杉矶首次发生光化学烟雾事件，此后东京、墨西哥城、兰州、上海及其他许多汽车多、污染重的城市都曾出现过。目前已成为许多大城市的一种主要大气污染现象。

7. 含氟、氯废气：F_2、HF 主要来源电解铝、生产磷肥、磷酸铝以及含 F 有机物、氟利昂工厂排出的废气。Cl_2、HCl 来自生产氯碱和盐酸的工厂，由工厂的"跑、冒、滴、漏"造成的。

8. 其他污染：包括核试验的放射性降落物和宇宙的太空细小垃圾等。

六、汽车尾气排放与排放标准

汽车尾气排放是指汽车的发动机在燃烧作功过程中产生的有害废气。这些废气中包括CO(一氧化碳)、CH+NO_x(碳氢化合物和氮氧化物)、PM(微粒、碳烟)等有害气体。这些有害气体产生的原因各异:CO是燃油氧化不完全的中间产物,当氧气不充足时会产生CO,混合气浓度大及混合气不均匀都会使排气中的CO增加。CH是燃料中未燃烧的物质,由于混合气不均匀、燃烧室壁冷等原因造成部分燃油未来得及燃烧就被排放出去。NO_x是燃料(汽油)在燃烧过程中产生的一种物质。PM_{10}也是燃油燃烧时缺氧产生的一种物质,其中以柴油机最明显。因为柴油机采用压燃方式,柴油在高温高压下裂解更容易产生大量肉眼看得见的碳烟。

汽车尾气排放是造成空气污染的主要来源之一。汽车排出的氮氧化物和碳氢化合物经阳光照射,生成一种浅蓝色的烟雾,在很短的时间里,可造成人的呼吸道疾病和红眼病,甚至中毒死亡。氮氧化物还是造成大气温室效应加剧和臭氧层破坏的有害气体。

为了抑制这些有害气体的产生,促使汽车生产厂家改进产品以降低这些有害气体的产生,欧洲和美国都制定了相关的汽车排放标准。其中欧洲标准(表5-1)是我国借鉴的汽车排放标准,目前国产新车都会标明发动机废气排放达到的欧洲标准。

表5-1 欧洲汽车排放标准

法规名称	车型	CO (g/km)	HC (g/km)	NO_x (g/km)	HC+NO_x (g/km)	PM (g/km)	实施日期
欧洲Ⅰ号	汽油车和柴油车(形式认证/一致性认证)	2.72			0.97	0.14	形式认证 1992.7.1
		3.16			1.13	0.18	一致性认证 1992.12.31
欧洲Ⅱ号	汽油车	2.2			0.5		形式认证 1996.1.1
	非直喷柴油车	1.0			0.7	0.08	一致性认证 1997.1.1
	直喷柴油车	1.0			0.9	0.10	
欧洲Ⅲ号	汽油车	2.3	0.2	0.15			形式认证 2000.1.1
	柴油车	0.64		0.5	0.56	0.05	一致性认证 2001.1.1
欧洲Ⅳ号	汽油车	1.0	0.1	0.08		0.025	形式认证 2005.1.1
	柴油车	0.5		0.25	0.3		一致性认证 2006.1.1

欧洲标准是由欧洲经济委员会(ECE)的排放法规和欧共体(EEC)的排放指令共同加以实现的,欧共体(EEC)即是现在的欧盟(EU)。排放法规由ECE参与国自愿认可,排放指令是EEC或EU参与国强制实施的。汽车排放的欧洲法规(指令)标准1992年前已实施若干阶段,欧洲从1992年起开始实施欧Ⅰ(欧Ⅰ型式认证排放限值)、1996年起开始实施欧Ⅱ(欧Ⅱ型式认证和生产一致性排放限值)、2000年起开始实施欧Ⅲ(欧Ⅲ型式认证和生产一致性排放限值)、2005年起开始实施欧Ⅳ。

目前在我国新车常用的欧Ⅰ和欧Ⅱ标准等术语,是指当年EEC颁发的排放指令。例如适

用于重型柴油车(质量大于3.5 t)的指令“EEC88/77”分为两个阶段实施：阶段A(即欧Ⅰ)适用于1993年10月以后注册的车辆，阶段B(即欧Ⅱ)适用于1995年10月以后注册的车辆。

汽车排放的欧洲法规(指令)标准的计量是以汽车发动机单位行驶距离的排污量(g/km)计算，因为这对研究汽车对环境的污染程度比较合理。欧洲排放标准还将汽车分为总质量不超过3 500 kg(轻型车)和总质量超过3 500 kg(重型车)两类。总之，对汽车尾气的排放限制越来越严，工厂生产的汽车产品如无超前的环保意识，将被历史所淘汰。

2002年9月22日欧洲迎来了泛欧第4个“无车日”。欧盟15个成员国和其他22个欧洲国家的1 300多个城市参加这次活动。举办“无车日”活动旨在增强公民的环保意识，进一步提高人们的生活质量。“无车日”活动于1998年起源于法国，后被欧盟纳入其环保和可持续发展计划；1999年，第1个欧洲“无车日”活动举行，法国的66个城市和意大利的92个城市参加。此后参与该活动的城市和人数急剧增加，2002年参与城市已达1 300多个，参加人数超过了1亿人。目前，在欧洲各国，越来越多的人对城市的空气质量、噪音污染、过度拥挤表示不满，因此开展“无车日”活动的倡议迅速得到了广大民众的支持。在“无车日”这一天，参与活动的欧洲城市将主要通过限制机动车进入城区，设立步行区、自行车专用区和举行提高人们环保意识的其他活动来增强民众的环保意识，给城市居民创造一个更加安静、安全的生活环境。2000年10月15日成都市开设了我国第1个“无车日”，从9：00—19：00在成都内环线上，除公交车、自行车、残疾人车、执行公务车外，一切“闲车”禁止通行。深圳市也宣布从2004年开始将每年“6.5”世界环境日后第1个星期五确定为“绿色行动日”(即“无车日”)。从国内外“无车日”的行动中我们能有什么样的启示呢？

七、空气污染指数(API)

1. 空气污染指数的定义

API是根据环境空气质量标准和各项污染物对人体健康和生态环境的影响来确定污染指数的分级及相应的污染物浓度值。我国空气质量采用了空气污染指数进行评价。

我国目前采用的API分为五个等级。API值小于等于50，说明空气质量为优，相当于国家空气质量一级标准，符合自然保护区、风景名胜区和其他需要特殊保护地区的空气质量要求；API值大于50且小于等于100，表明空气质量良好，相当于达到国家质量二级标准；API值大于100且小于等于200，表明空气质量为轻度污染，相当于国家空气质量三级标准；API值大于200表明空气质量差，称之为中度污染，为国家空气质量四级标准；API大于300表明空气质量极差，已严重污染。

1997年厦门市引进了美国空气质量监测仪器，在鼓浪屿和大生里实现了空气质量自动监测，当年开展了空气质量周报工作。1998年建设了覆盖全岛的空气质量自动监测系统，并于1998年5月25日成为继大连后全国第二个实现空气质量日报的城市。

1999 年底，厦门市又在国内率先推出空气质量时报上网，内容包括：

①空气质量日报的组成：污染指数，首要污染物，空气质量级别。②当 API 小于 50 时，可以不报告首要污染物。

2. 如何报告空气质量（API 计算方法）

空气污染指数（API）可采用以下公式计算：

当某种污染物浓度 $C_n < C_i < C_{n+1}$ 时，其分指数

$$I_i = \frac{C_i - C_n}{C_{n+1} - C_n} \times (I_{n+1} - I_n) + I_n$$

式中　I_i——第 i 种污染参数的污染分指数；

C_i——第 i 种污染参数的浓度值；

I_n——第 i 种污染参数 n 的转折点的污染分项指数；

I_{n+1}——第 i 种污染参数 $n+1$ 的转折点的污染分项指数；

C_n——n 转折点上 i 种污染物参数浓度值；

C_{n+1}——$n+1$ 转折点上 i 种污染物参数浓度值。

各种污染物参数的污染分指数计算出以后，取最大者为该区域或城市的空气污染指数 API，即 $API = Max(I_i, \cdots, I_n)$

例：2004 年 1 月 1 日，某市自动监测系统测得全市各项污染物日均浓度分别为 SO_2：0.042 mg/m^3、NO_2：0.018 mg/m^3、PM_{10}：0.135 mg/m^3。请问该地当天的空气污染指数（API）为多少，首要污染物是什么？

解：从表 5-2 可以查得各污染物浓度等级限值，代入公式计算各分指数：

表 5-2　各污染物浓度等级限值表（mg/m^3）

API	SO	NO_2	PM_{10}	CO	O_3	描述
50	0.05	0.08	0.05	5	0.12	优
100	0.15	0.12	0.15	10	0.20	良
200	0.8	0.28	0.35	60	0.40	<150 轻微污染 >150 轻度污染
300	1.6	0.56	0.42	90	0.80	中度污染
400	2.1	0.75	0.5	120	1.00	重污染
500	2.62	0.94	0.6	150	1.20	重污染

$$I_{SO_2} = \frac{0.042 - 0}{0.05 - 0} \times (50 - 0) + 0 = 42$$

$$I_{NO_2} = \frac{0.018 - 0}{0.08 - 0} \times (50 - 0) + 0 = 11.25 \approx 12$$（注意小数点后数字全部进一）

$$I_{PM_{10}} = \frac{0.133 - 0.05}{0.15 - 0.05} \times (100 - 50) + 50 = 91.5 \approx 92$$

再求最大值：

$Max(I_{SO_2}, I_{NO_2}, I_{PM_{10}}) = Max(42, 12, 92) = 92$

则该市当天的空气污染指数（API）为 92，首要污染物是 PM_{10}。

污染物在大气中的浓度取决于排放的总量、排放源的高度、气象和地形。这部分知识在大气污染气象学中有专题论述。

八、室内空气质量和居室环境质量

IAQ是室内空气质量(indoor air quality)的英文缩写。在近20年中,长期生活和工作在现代建筑物中的人们常表现出一些越来越严重的病态反应。这一问题引起了专家们的广泛重视,并提出了病态建筑(sick building)、病态建筑综合症(sick building syndrome)(或称"谢克氏大楼症状")等一些新概念。根据世界卫生组织(WHO)1983年的定义,病态建筑综合症是因建筑物使用而产生的症状,包括眼睛发红、流鼻涕、嗓子疼、困倦、头痛、恶心、头晕、皮肤搔痒等。近些年来,有些专家学者建议将人们对室内气味产生的不满也纳入到病态建筑综合症中。

由于IAQ问题导致的病态建筑综合症,使人们的健康和工作效率大受影响。一些现代化写字楼中的工作人员受到的影响尤其明显。与此同时,由IAQ问题间接引起的社会工作效率降低和病休、医疗费用增多等社会问题也受到了广泛的关注。

美国环保署(EPA)的统计研究表明,室内空气污染常常超出室外的2~5倍,偶尔超出100倍,而绝大部分人在室内度过其90%的时间,所以居室空气品质(IAQ)对人的影响往往比室外更大。根据EPA调查表明,在美国IAQ问题是有关全民健康的首要问题之一,受其影响的美国人口多达3 000万人,由此造成的经济损失超过了400亿美元/a,这些数字令人触目惊心。

随着科技的发展和人民生活水平的不断提高,居室电器的使用越来越多,人们对家居装修的要求越来越高,各种建筑装饰材料也更多地被用于居室装修,由此而引发的居室环境污染问题日趋严重。居室环境污染已成为一种无形的"健康杀手"。由于居室是人的一生中接触时间最长的外环境,也是与人的关系最为密切的外环境,因此居室的环境质量关系到每一个人的生活质量,关系到每一个人的健康。世界卫生组织和联合国环境规划署已将居室环境污染列为当今对公众健康危害最大的五种环境因素之一。居室环境污染主要是室内空气质量(IAQ)问题,也包括由非空气因素(如噪声、辐射与放射性)引发的其他室内环境污染的问题。但我们把它归在大气污染这一节一并讨论。中国预防医学科学院环境卫生监测所的专家认为,室内空气污染的定义实际已包括了物理、化学和生物污染。

(一)中国居室环境污染现状

我国居室环境污染呈现出越来越严重的趋势,特别是近年来随着人民生活水平的提高,中国住房改革带来的购房、室内装修热潮,使得IAQ问题在我国尤为突出。国家卫生部、建设部和环保部门在2002年9月的一次家庭装饰材料抽查中,发现不合格者占68%。

(二)居室环境污染的来源及其危害

1. 污染物的来源

居室环境的有害因素类型很多,可分为化学污染、物理污染和生物污染,包括废气、烟尘、挥发性有机物、噪声、辐射与放射性、微生物、臭味等几类。来源也极为广泛,有的是同一种污染源产生多种有害因素,有的则是一种有害因素来自于多种来源,其来源或来自室内或源于室外。

(1)室外污染源

主要包括周围的工厂、附近机动交通工具、周围大小烟囱、分散小型炉灶、局部臭气发生

源、垃圾焚烧、施工噪声、可吸人颗粒物等，这些污染物借助渗透和通风换气而进入居室，室外环境质量（空气、饮水、土地等）密切影响居室环境，在室外环境污染严重地区，室外污染源可能成为室内污染的主要来源。室外污染物还可人为带人，成为室内的污染源，如干洗后带回家的衣服，可释放出四氯乙烯等挥发性有机化合物；将工作服带回家中，可使工作环境中的苯进入室内等。

（2）室内污染源

①生活污染

人体自身每天都要排出一定的废气（呼出气、汗液、皮肤散发的气体等），通过大小便等排出的 CO_2、氨类化合物、硫化氢等内源性化学污染物；通过咳嗽、打喷嚏等飞沫喷出的流感病毒、结核杆菌、链球菌等生物污染物，加上其他各种有害气体难以排出，会使居室空气变得浑浊。燃料（燃煤取暖、液化气等）、家庭日用化学品（杀虫剂、喷发胶、樟脑等）、烹饪（油烟）、吸烟（香烟中的尼古丁、焦油）是居室废气和挥发性有机物的主要来源，废气主要有 CO、CO_2、NO_2、SO_2、O_3 等，挥发性有机物主要有多环芳烃类（PAHs）、苯、芳香族等化合物。家庭燃煤取暖、室内烟雾程度对人的呼吸系统健康有不利的影响。室内淋浴、加湿空气产生的卤代烃等造成化学污染。室内用具产生的生物性污染，如在床褥、地毯中孳生的尘螨等。现代家庭的过分封闭（装有空调的居室），也是导致居室有害气体增多的因素之一。

②家用电器、通风系统

家用电器和某些办公设备（如电视、冰箱、洗衣机、微波炉、电脑、消毒柜、电热毯、手机等）是居室电磁辐射和臭氧等的主要来源，危害较大的主要有微波炉、电脑、电热毯、电视、手机等。通风系统噪声也不容忽视，例如空调、抽油烟机、排气扇等在使用过程中都不同程度地发出噪声。

③建筑装饰材料

建筑材料释放的放射线是居室污染源之一，如石材、陶瓷制品、砖、水泥、石膏等，特别是含有放射性元素的石材易释放出氡及其衍生体，是室内氡最主要的来源之一。家具、家用化学品和装修材料（人造板材、胶粘剂、墙纸、油漆、涂料、黏合剂、家具等）释放的甲醛和挥发性有机化合物（VOCS）等，是居室甲醛、苯、甲苯、二甲苯等的主要来源。

④其他

居室噪声，主要指住户楼内左邻右舍楼上楼下的家电等产生的生活噪声的互相干扰以及给排水设备、水泵房设备噪声等。

居室的供水系统尤其二次供水系统的污染（供水系统的蓄水池和水箱的内壁涂料质量、密封加盖程度、清洗周期）最需要引起注意，这种污染的水中往往含有很多病原体和有害物质，甚至含有致癌物。

2. 室内空气主要污染物及其危害

装修后室内产生有害污染物 20 余种，其中甲醛、苯、氡气为室内三大室内杀手。

（1）甲醛对室内空气污染的程度最重。甲醛的释放是一个持续缓慢的过程，而且释放量随着季节和气温的变化而变化。甲醛对人体健康的主要危害包括刺激眼、鼻、上呼吸道，产生变态反应如过敏性皮炎、过敏性哮喘等，室内空气中甲醛的含量达到 $0.1\ mg/m^3$ 就会使人出现不适反应，感觉有异味；$0.5\ mg/m^3$ 时刺激眼睛引起流泪；$0.6\ mg/m^3$ 时引起咽喉不适或疼痛；高浓度的甲醛对免疫系统、肝脏、神经系统等都有危害，还可以损伤细胞中的遗传物质，国际癌症研究所已将其列为可疑致癌物质。甲醛的来源主要来源于胶合板、人造板及家具、贴墙

布纸、化纤地毯、泡沫塑料、油漆、涂料等，其中人造木质板材的甲醛含量最高。因为甲醛具有强烈的粘合性，所以目前生产人造板专用的胶粘剂是以甲醛为主要成分的甲醛树脂，它能大量向周围环境释放，是形成室内空气中甲醛的主体。

(2)苯是一种无色的具有特殊芳香气味的液体，甲苯、二甲苯属于苯的同系物。人在短时间内吸入高浓度的甲苯，可出现中枢神经系统麻醉作用，轻者头晕、头痛、恶心、胸闷、乏力、意识模糊，严重者可昏迷以致因呼吸循环衰竭而死亡；可破坏造血功能，引起白细胞和血小板减少，可导致再生障碍性贫血。如果长期接触一定浓度的甲苯会引起慢性中毒，可出现头痛、失眠、精神萎靡、记忆力减退等神经衰弱症。苯对孕妇和胎儿也有影响，可引起自然流产率和新生儿低体重发生率增高。目前室内装饰物中多用甲苯、二甲苯代替纯苯作为各种胶、油漆、涂料、防水涂料的溶剂或稀释剂。

(3)氨是一种无色、具有强烈刺激性臭味的气体，比空气轻，对人体的皮肤、眼睛的黏膜、呼吸道有刺激和腐蚀作用，减弱人体对疾病的抵抗力，经呼吸道吸入可造成嗅觉缺失，严重时可出现支气管痉挛和肺气肿；还可通过三叉神经末梢的反射作用引起心脏停搏和呼吸停止。

(4)氡由放射性元素镭衰变而生成。人体吸人氡后，衰变产生的氡子体呈微粒状，会吸入并堆积在肺部，沉淀到一定程度后，这些微粒会损坏肺泡，可能进而导致肺癌。氡及其子体已被国际癌症研究机构确认为人体致癌物，在导致肺癌的因素中，氡被列为继吸烟之后的第二大因素。室内氡的主要来源为：房基土壤或岩石中析出的氡，氡气通过泥土地面、墙体裂缝、建筑材料缝隙渗透进入房间；建筑装饰材料如水泥、石材、沥青等，本身含有微量放射性元素而源源不断地释放出氡气；户外空气中进入室内的氡；供水及天然气中释放的氡。

(5)含放射性的物质在世界上几乎到处都是，其中也包括我们人体本身。人类在具有放射性的环境中繁衍了几十万年，人的身躯时时刻刻受到外来射线的辐射，本身也不断地向外发出一定数量、能量大小不一的射线。建筑的石材、矿材取之于自然，含有放射性物质是肯定的、正常的。

(6)烹调油烟具有多种有毒化学成分，主要成分多环芳烃(PAHs)是指具有两个或两个以上苯环的一类有机化合物，常见的有萘、蒽、苯并(a)芘、菲等。大多数多环芳烃具有致癌和致突变作用，其中苯并(a)芘是第一个被发现的环境化学致癌物，而且致癌性很强，它占全部致癌性多环芳烃的1%～20%，对机体具有遗传毒性、免疫毒性、肝脏毒性以及潜在致癌性。

(7)电磁辐射无色、无味、无形，当其充斥着我们的生活空间时，会悄悄地侵害着人们的健康，引起人体神经、心血管、免疫功能、眼睛以及生殖等多方面的影响，使人感到头昏头痛、疲倦乏力、心慌失眠，导致产生消化不良、血压增高、情绪消沉、记忆力减退及性功能下降等现象。

此外还有CO、NO_2、SO_2、悬浮颗粒物、卤代烃、挥发性有机化合物(VOCS)、臭氧、硫化氢苯、苯乙烯、甲醇、二硫化碳、氯仿结核杆菌、链球菌等生物污染物。

3. 污染特点：许多污染物在没有仪器检测的情况下单凭人自身的感官是根本无法被发现的。伤害一般是在无意识或不自觉的状态下发生的，特别是许多污染受害者的不良反应通常要在数年后才表现出来，成为一种隐形的杀手。

(三)居室环境污染防治

1. 推行绿色环境设计，重视室内环境因素，合理搭配装饰材料，尽可能选用具有获得环保产品的节能型材料和使用环境标志认证产品，选用不含甲醛黏胶剂的贴面板等，选用不含苯的涂料、石膏板材等环保型材料。在工艺上，尽量降低施工中废气、噪声、粉尘等对环境的污染。

2.改变燃料结构，选用高效低污染清洁燃料和炊具，采用集中供热等措施，可减少烹饪油烟以及燃料燃烧所引起的室内污染。

3.养成优良、健康的生活习惯，不要在室内吸烟，可以避免香烟烟雾对室内的污染。

4.选择绿色家电，慎重选择家具及家庭日用化学品。

5.装修后不要急于入住，保持通风，改善室内环境通风换气条件，尤其是改善厨房的通风换气条件，最好安装排风扇或抽油烟机等人工排风设备，可以显著降低室内污染水平。此外，还可以选用各种空气净化器(过滤、臭氧、空气负离子)。

6.在室内栽种些花草来吸收有害物质，如芦荟、仙人掌、非洲菊、耳蕨、吊兰、虎尾兰吸收甲醛能力极强，15 m^2 的居室，栽两盆虎尾兰或吊兰，可消除甲醛污染。月季、蔷薇等花草能较多地吸收苯、苯酚、硫化氢、乙醚等有害气体。铁树、菊花、常春藤、耳蕨等可以减少苯、二甲苯的污染。红鹤花还可以吸收甲苯、氨。雏菊、万年青等可以有效清除室内的三氯乙烯污染。龟背竹、一叶兰、虎尾兰等叶片硕大的观叶植物，能吸收室内80%以上的多种有害气体，堪称室内“治污能手”。

7.改善室外环境空气质量，居住区保证必要的绿化带、隔离带，以减少或降低室外有害气体、粉尘和噪声进入室内。栽种些具有净化空气功能的树木，如山茶、米兰、白兰、玫瑰、菊花、榆树、夹竹桃和泡桐等。榆树有“粉尘过滤器”之称，它的叶片滞尘率可达 12 g/m^2。玫瑰不但具有很高的观赏价值，而且能吸收空气中的二氧化硫、氟化氢等有毒气体。珊瑚树、桂花树、圆柏、水杉、鹅掌楸等都对减少噪音有良好的效果。

8.加强室内环境质量检测。室内环境污染的状况只有依靠专业队伍使用专有仪器设备才能准确、客观地监测，因此应建立室内环境监测专业化队伍，为新建、已建房屋、新装修及装修后的房屋提供室内环境监测服务，为房屋装修后有监测愿望和需求的用户提供帮助，使他们更了解自己的居住环境。

9.制定行业标准，规范建筑、装修材料市场。技术监督、环保等政府有关部门对建筑与装修材料进行不定期检查，发布主要污染物排放信息。

由国家质量监督检验检疫局、国家环保总局、卫生部制定的我国第一部《室内空气质量标准》于 2003 年 3 月 1 日正式实施。《标准》引入室内空气质量概念，明确提出“室内空气应无毒、无害、无异常嗅味”的要求。其中规定的控制项目包括化学性、物理性、生物性和放射性污染。规定控制的化学性污染物质不仅包括人们熟悉的甲醛、苯、氨、氡等污染物质，还有可吸入颗粒物、二氧化碳、二氧化硫等 13 项化学性污染物质。《标准》结合了我国的实际情况，不仅考虑到发达地区城市建筑中的风量、温湿度以及甲醛、苯等污染物质，同时还根据一些不发达地区使用原煤取暖和烹饪的情况，制定了此类地区室内一氧化碳、二氧化碳和二氧化氮的污染标准。《室内空气质量标准》与国家标准委以前发布的《民用建筑室内环境污染控制规范》、《室内装饰装修材料有害物质限量 10 项国家标准》共同构成我国较完整的室内环境污染控制和评价体系。

根据世界卫生组织的定义，"健康住宅"是指能够使居住者在身体上、精神上、社会上完全处于良好状态的住宅，具体标准有：①会引起过敏症的化学物质的浓度很低。为满足第一点的要求，尽可能不使用易散化学物质的胶合板、墙体装修材料等；因建筑材料中含有有害挥发性有机物质，所有住宅竣工后要隔一段时间才能入住，在此期间要进行换气。②设有换气性能良好的换气设备，能将室内污染物质排至室外，特别是对高气密性、高隔热性来说，必须采用具有风管的中央换气系统，进行定时换气。③在厨房灶具或吸烟处要设局部排气设备。④起居室、卧室、厨房、厕所、走廊、浴室等要全年保持在 17～27 ℃之间；室内的湿度全年保持在 40%～70%之间。⑤二氧化碳要低于 1 000 mg/L；悬浮粉尘浓度要低于 0.15 mg/m³；噪声要小于 50 dB。⑥一天的日照确保在 3 h 以上。⑦设足够亮度的照明设备。⑧住宅具有足够的抗自然灾害的能力。⑨具有足够的人均建筑面积，并确保私密性。⑩住宅要便于护理老龄者和残疾人。

第三节　水体污染

我国的水环境当前存在的主要问题有三个：一是水资源短缺，二是水污染，三是用水的极大浪费。20 世纪 70 年代以来，尽管我国在水污染防治方面做了很多工作，但水污染的发展趋势仍未得到有效控制，许多江河、湖泊、水库的水质仍在下降。我国本来就是一个缺水国家，全国 600 多个城市目前大约有一半的城市缺水，而水污染使缺水形势显得更为严峻。日趋严重的水污染不仅降低了水体的使用功能，进一步加剧了水资源短缺的矛盾，对我国正在实施的可持续发展战略带来了严重的负面影响，而且还严重地威胁到城乡居民的饮水安全和人民群众的健康。2003 年世界环境日主题就是"水——20 亿人生命之所系"，说明了水的重要性。

一、概念

1. 水体概念：指河流、湖泊、沼泽、水库、地下水、海洋，它包括水中的悬浮物、溶解物质、水生生物和底泥等完整的生态系统。

2. 水体污染概念：排入水体的污染物在水体中的含量超过了水体的本底含量和水体的自净能力，使水和底泥的物理、化学性质或生物群落组成发生变化，从而破坏了水体原有的用途，危害人体健康或者破坏生态环境，造成水质恶化的现象。

水体污染数千年前已经存在，不过由于其量甚微，范围很小，没有引起人类的重视。对水体污染而言，产业革命前的人群生活污染，一般能通过水体自净作用消除，恢复水体水质。水体严重污染主要是现代工业大发展和城市人口高度集中带来的。

水体一旦受到污染，必将对生物的生长带来不良影响，最终危害人类健康。水生生物通过

食物链有极高的富集能力，可将水中的污染物蓄积于体内，阻碍人类和生物的健康生长，甚至发生病变，产生致癌、致畸作用。而且，人类的许多疾病可通过被污染的水发生、传播和流行。据世界卫生组织报道，在所有已知疾病中，约有 80%与水污染有关，如肠道传染病、病毒性肝炎、伤寒、霍乱、血吸虫病及皮肤病等。

二、我国水污染的现状

在 2003 年度珠江、长江、辽河、淮河、黄河、松花江、海河七大水系 407 个重点监测断面中，38.1%的断面满足Ⅰ～Ⅲ类水质要求，32.2%的断面属Ⅳ、Ⅴ类水质，29.7%的断面属劣Ⅴ类水质。其中七大水系干流的 118 个国控断面中，Ⅰ～Ⅲ类水质断面占 53.4%，Ⅳ、Ⅴ类水质断面占 37.3%，劣Ⅴ类水质断面占 9.3%。

2003 年度我国七大水系污染程度由重到轻依次为：海河、辽河、黄河、淮河、松花江、长江、珠江。

2004 年上述七大水系的 412 个水质监测断面中，Ⅰ～Ⅲ类、Ⅳ～Ⅴ类和劣Ⅴ类水质的断面比例分别为 41.8%、30.3% 和 27.9%，珠江、长江水质较好，辽河、淮河、黄河、松花江水质较差，海河水质差。主要污染指标为氨氮、五日生化需氧量(BOD5)、高锰酸盐指数和石油类。

2004 年监测的 27 个重点湖库中，满足Ⅱ类水质的湖库 2 个，占 7.5%；Ⅲ类水质的湖库 5 个，占 18.5%；Ⅳ类水质的湖库 4 个，占 14.8%；Ⅴ类水质湖库 6 个，占 22.2%；劣Ⅴ类水质湖库 10 个，占 37.0%。其中“三湖”(太湖、巢湖、滇池)水质均为劣Ⅴ类，主要污染指标是总氮和总磷。

地下水也是重要的水资源。2003 年全国 194 个主要地下水水位监测城市和地区中，有 61 个城市和地区地下水水位呈上升趋势，占监测总数的 31.4%；60 个城市和地区地下水水位呈下降趋势，占 31.0%；73 个城市和地区水位基本保持平衡，占 37.6%。

2003 年，全国工业和城镇生活废水排放总量为 460.0 亿吨。其中工业废水排放量 212.4 亿吨，城镇生活污水排放量 247.6 亿吨。废水中化学需氧量(COD)排放总量 1 333.6 万吨。其中工业废水中 COD 排放量 511.9 万吨，城镇生活污水中 COD 排放量 821.7 万吨。废水中氨氮排放总量 129.7 万吨。其中工业废水中氨氮排放量 40.4 万吨，城镇生活污水中氨氮排放量 89.3 万吨。

三、污染类型和污染指标

1. 悬浮物(SS)

悬浮物是水体污染的基本指标之一。它指的是污水中呈固状的不溶解物质，单位为 mg/L。如泥土等颗粒状悬浮物，是无毒害物质，但存在于水中降低了光的穿透能力，减少了水的光合作用，故影响水体的自净作用。颗粒物含量高时还会使水中植物因见不到阳光而难以生长或死亡。固体物会淤塞排水道，窒息底栖生物，破坏鱼类的产卵地。悬浮小颗粒物会堵塞鱼类的鳃，使之呼吸困难，导致死亡。悬浮固体物会降低水质，增加净化水的难度和成本。悬浮物可能是各种污染物的载体，它可能吸附一部分水中的污染物并随水流动迁移。悬浮物可使水体同化能力降低，并妨碍水体的自净能力。现代生活垃圾中的难降解固体成分(如塑料包装)进入水体之后，会使水生动物误食后死亡。

2.有机物浓度

这是一个重要的水质指标。由于有机物的组成比较复杂，要想分别测定各有机物含量比较困难，一般采用以下指标。

(1)生物化学需氧量(BOD，biochemical oxygen demand)：表示好氧条件下，水中有机污染物经微生物分解所需溶解氧的量(单位为mg/L)。BOD越高，表示水中需氧有机物质越多。

BOD_5 表示一定量污水内的有机污染物在5 d内经微生物分解所耗溶解氧的量。一般有机物在微生物新陈代谢作用下，其降解过程可分为两个阶段：第一阶段是有机物转化成无机的 CO_2、NH_3 和 H_2O 的过程。第二阶段是硝化过程，即 NH_3 进一步在亚硝化菌和硝化菌的作用下，转化为亚硝酸盐和硝酸盐。BOD_5 一般指在第一阶段生化反应所需要的氧量。

在测定生化需氧量时，必须规定一个标准温度，一般以20 ℃作为测定的标准温度。在20 ℃和BOD的测定条件下，一般有机物20 d才能基本完成第一阶段的氧化分解过程。这就是说，测定第一阶段的全部生化需氧量，需要20 d。这在实际工作中是难以做到的。为此，规定了一个标准时间，一般以5 d作为测量BOD的标准时间，记为 BOD_5。BOD_5 约为 BOD_{20} 的70%左右。

(2)化学耗氧量(COD，chemical oxygen demand)：指用化学氧化剂氧化水中的有机污染物所需的氧量，COD越高，表示有机污染物越多。

常用的氧化剂有高锰酸钾和重铬酸钾，其相应的COD分别为 COD_{Mn} 和 COD_{cr}。

一般用重铬酸钾氧化法，其氧化率为80%～90%。重铬酸钾能够比较完全地氧化水中的有机物，它对低碳直链化合物的氧化率为80%～90%，其缺点是不能像BOD那样表示微生物氧化的有机物量，此外，它还能氧化一部分还原性物质。所以 COD_{cr} 也含有一定的误差。用高锰酸钾氧化法，其氧化率为50%～60%；高锰酸钾也能够将有机物氧化，测出的耗氧量较 COD_{cr} 低。这时测得的值也称为耗氧量。

(3)总有机碳(TOC，total organic carbon)或总需氧量(TOD，total oxygen demand)，快速测定使用。TOC指的是污水中有机污染物的总含碳量，其测定结果以C含量表示，单位为mg/L。有机物主要由C、H、N、S等元素组成。当有机物完全被氧化时，C、H、N、S分别被氧化为 CO_2、H_2O、NO和 SO_2，此时的需氧量称为总需氧量TOD。

3.溶解氧(DO，dissolved oxygen)

DO是水质的重要参数之一，也是鱼类等水生动物生存的必要条件。DO完全消失或其含量低于某一限值时，就会影响到这一生态系统的平衡。水中DO耗尽后，有机物将进行厌氧分解，产生 H_2S、NH_3 和一些有难闻气味的有机物，使水质进一步恶化。

4.pH值

pH值是污水水质的重要指标之一。水体的pH小于6.5或大于8.5时，都会使水生生物受到不良影响，严重时造成鱼虾绝迹。pH值的测定和控制，对维护水处理设施的正常运行，防止污水处理及输送设备的腐蚀，保护水生生物的生长和水体的自净功能都有重要的实际意义。

5.酸碱

酸碱污染水体，使水体的pH值发生改变，破坏自然缓冲作用，消灭或抑制微生物生长，妨碍水体的自净。如长期受酸碱污染，水质会逐渐恶化，危害渔业生产。酸碱中和可产生某些盐类，酸、碱与水体中的矿物相互作用也可产生某些盐类，水中无机盐的存在能增加水的渗透压，对淡水植物生长不利。酸碱造成水体的硬度增加。

6. 细菌(及病原菌、病毒)污染

(1)细菌总数。细菌总数可作为评价水质清洁程度和净化、消毒效果的指标。细菌总数增多说明水被污染,但不能说明污染来源,必须结合总大肠菌群来判断水质污染的来源和安全程度。据调查,国内水厂的出厂细菌总数均在每毫升 100 个以下,有相当一部分在 10 个以下。故标准限值为每毫升不超过 100 个。

(2)大肠菌群数:由于水致传染病的病原菌和病毒检测困难,所以用大肠菌群作为间接指标。大肠菌群数是指单位体积水中所含的大肠菌群的数目,单位为个/L。作为新增水质标准,标准限值为每 100 mL 水样中不得检出。

7. 植物营养物

N、P、K、S 元素及其化合物是植物必需的物质,但过多营养物质进入天然水体,藻类大量繁殖,引起富营养化,产生"水华"或"水花",大量消耗溶解氧。一般总磷超过 20 mg/m^3 或无机氮超过 300 mg/m^3,即可认为水体处于富营养化状态。

测定指标为 TN、TP、NH_4^+、NO_2^-、NO^-、$H_2PO_4^-$、HPO_4^{2-} 等。

8. 重金属

主要为 Hg、Cd、Pb、Cr、As 五毒,还有 Zn、Cu 等。重金属不能被微生物所降解,只有形态之间的转化、分散、富集,如沉淀作用、吸附作用、生物富集。

重金属污染的特点:

(1)在天然水体中只要有微量浓度就会产生毒性效应。例如汞和镉,产生毒性的浓度范围在 0.01~0.001 mg/L 以下。

(2)微生物不能降解重金属,相反地,某些重金属可能在微生物的作用下发生二次污染。

地表水中的重金属可以通过食物链成千上万地富集,而达到相当高的浓度,最终通过多种途径进入人体,危害人体健康。

9. 放射性污染

放射性污染是水中所含放射性元素构成的一种特殊的污染。由于原子能工业的发展,放射性矿藏的开采,核试验和核电站的建立以及同位素在医学、工业、研究等领域的应用,造成一定的放射性污染。污染水体最危险的放射性物质是锶(Sr)、铯(Cs)等。这些物质半衰期长,经水和食物进入人体后,能在一定部位积累,从而增加人体的放射线辐射,严重时可引起遗传变异或癌症。尤其^{90}Sr、^{137}Cs 的半衰期长,性质似 Ca、K,进入人体内后不易排除。

放射性污染不仅存在于水体,也存在于大气和土壤。目前主要的工作是必须彻底查清我国的放射源现状,安全收贮废弃放射源,清除放射性污染危害,以促进核技术的安全利用。

放射源是指用放射性物质制成的能产生辐射照射的物质或实体,放射源按其密封状况可分为密封源和非密封源。密封源是在包壳或紧密覆盖层里的放射性物质,工农业生产中应用的料位计、探伤机等,都是密封源,如^{60}Co、^{137}Cs、^{192}Ir 等。非密封源是指没有包壳的放射性物质,医院里使用的放射性示踪剂属于非密封源,如^{131}I、^{125}I 等。

放射源发射出的射线看不见、闻不到、摸不着。识别放射源,除了要根据标签、标识和包装外,一定要由有经验的专业人员采用专用的仪器来确认。当发现无人管理的标有电离辐射标志的物体,或者体积小却较重的金属罐(特别是铅罐)时,首先必须远离现场,既不要接触,也不要擅自移动这些物品,更不要因为好奇而打开容器;然后立即拨打环保举报热线,由有经验的专业人员采用专用的仪器来确认和处理。随着我国核技术利用事业的发展,放射源的数量急剧增加。2002 年的调查表明,全国现有用源单位 8 300 多家,放射源总数 63 700 余枚,其中有

约30%的放射源未在卫生部门办理许可登记，待处理的废弃放射源超过13 800枚。据卫生部统计，1988年至1998年期间，我国共发生各类放射事故332起，受照射人员遍及各类放射应用行业，受照射总人数达966人，并造成5人死亡。

10. 难降解有机污染物

有些有机污染物比较稳定，不易被微生物分解，称为难降解有机污染物。因为它们难降解，所以在使用BOD指标时可能产生较大的误差，通常使用COD、TOD和TOC等指标为宜。难降解有机污染物一般有以下几类：

(1)酚类化合物。来源于冶金、煤气、炼焦、石化、塑料等工业排入的含酸废水。一般来说，低浓度的酚能使蛋白质变性，高浓度的酚能使蛋白质沉淀，对各种细胞都有直接危害。

例如：水中低浓度的酚会使鱼肉有酚味，高浓度会引起鱼类大量死亡，甚至绝迹。

(2)有机氯农药。水生生物对有机氯农药有很强的富集能力，通过食物链进入人体，累积在脂肪含量高的组织中，达到一定浓度后，将显示出对人体的毒害作用。有机氯农药的污染是世界性的，从水体中的浮游生物到鱼类，从家禽到野生动物体内，几乎都可以测出有机氯农药。

(3)氰化物。水体中的氰化物主要来源于电镀废水及金、银选矿废水等。氰化物是剧毒物质，急性中毒抑制细胞呼吸，造成人体组织严重缺氧，人只要口服0.3～0.5 mg就会死亡。我国饮用水标准规定，氰化物含量不能超过0.05 mg/L。

11. 无机盐、致癌物质

印染废水中有多种芳香胺类以及3,4-苯并芘等。

12. 热污染

因能源的消耗而引起环境增温效应的污染称为热污染。以电力工业为主，包括了冶金、化工、石油、造纸、建材和机械等工矿企业向江河排放的冷却水和高温废水，经常能形成热污染带，使水体温度升高。当水温升高超过自然水温的2～4 ℃时，构成的热污染不仅直接影响水中鱼类的正常生长，而且会加速污染物的化学反应速率，使水体中有毒物质对水生生物的毒性提高。高温废水会加快水中化学反应，DO减少，使氰化物和重金属离子在较高温度下毒性增强。此外，适当的水温升高可使一些藻类繁殖增快，加速水体"富营养化"的过程，也使水中溶解氧下降，破坏水体的生态平衡和影响水体的使用价值。

13. 水的表观

包括颜色(色度)、透明度。纯净的水是无色透明的。天然水经常呈现一定的颜色，主要来源于植物的叶、根、茎、腐殖质以及可溶性无机矿物质和泥沙。当各种工业废水如染料、纺织等废水排入水体后，可使水的颜色变得极其复杂。颜色可以说明所含污染物的含量。

14. 恶臭

这也是一种普遍的污染危害。人们嗅到的恶臭物有4 000多种，危害大的有几十种。它们主要来源于金属冶炼、炼油、石油化工、造纸、农药等工厂的生产过程及排放的废水、废气和废渣中。恶臭使人憋气，妨碍正常的呼吸功能；可使人厌食、恶心呕吐，使消化功能减退；可使人精神萎靡不振，降低工作效率和记忆力；严重时造成嗅觉障碍，损坏中枢神经以及大脑皮层的兴奋和调节功能。

有些河流由于受有机物污染，水中长时间缺氧，也会导致恶臭。恶臭破坏了水体本来的用途和价值。

四、非点源污染

(一)非点源污染的定义及治理的重要性

水环境污染问题通常可分为点源污染和非点源污染。点源污染主要包括工业废水和城市生活污水污染,通常有固定的排污口集中排放。非点源污染是从英文"non－point source pollution"转译过来的(简称 NPS 污染或 NPSP)。NPS 污染是指溶解的和固体的污染物从非特定的地点,在降水(或融雪)冲刷作用下,通过径流过程而汇入受纳水体(包括河流、湖泊、水库和海湾等)并引起水体的富营养化或其他形式的污染。美国清洁水法修正案(1997)对非点源污染的定义为:污染物以广域的、分散的、微量的形式进入地表及地下水体。这里的微量是指污染物浓度通常较点源污染低,但 NPS 污染的总负荷却是非常巨大。

与点源污染相比,非点源污染起源于分散、多样的地区,地理边界和发生位置难以识别和确定,随机性强、成因复杂、潜伏周期长,因而防治十分困难。随着各国政府对点源污染控制的重视,点源污染在许多国家已经得到较好的控制和治理,而非点源污染,由于涉及范围广、控制难度大,目前已成为影响水体环境质量的重要污染源。

随着点源污染控制能力的提高,非点源污染的严重性逐渐显现出来。在美国即使达到零排放,仍然不能有效控制水体污染,人们从而认识到非点源污染控制的重要性;我国对污染物排放实行总量控制,如实施"一控双达标",但这只对点源污染的控制有效,无法对非点源污染进行控制。在我国强化工业和生活污水排放与治理的同时,非点源污染的控制也应积极开展和加强,否则水体污染不会得到根本性的好转。

(二)非点源污染的来源

非点源污染的来源比较广泛,虽然城市径流的非点源也是其来源之一,但来自农业的非点源污染最为突出,如福建省的第二大江河——九龙江的污染主要来自两岸农业生产带来的污染。

农业非点源污染主要是指农业生产活动引起的各种污染物(沉淀物、营养物、农药、盐分、病菌等)以低浓度、大范围的形式缓慢地在土壤圈内运动和从土壤圈向水圈扩散。

非点源污染主要来自山林植被破坏和农业耕种引起的水土流失、农业耕种的农药和肥料流失、畜禽养殖和农村生活污水的排放等。其基本特征表现为:污染发生的随机性;机理过程的复杂性;排放途径及排放污染物的不确定性;污染负荷的时空差异性而导致对其监测、模拟与控制的困难性。

1. 大量施用化肥、农药的污染

化肥的大量施用和不合理施用,主要表现在过量施用氮肥和磷肥、钾肥施用不足与区域地区间分配不平衡,从而导致土壤板结、耕作质量差,肥料利用率低,土壤和肥料养分易流失,造成对地表水、地下水的污染,导致江河湖泊富营养化。

我国农药总产量和生产品种逐年提高。每年农药的使用量在 23 万吨左右,平均使用农药 2.33 kg/hm^2,农药对水体的污染主要来自于:①直接向水体施药;②农田使用的农药随雨水或灌溉水向水体的迁移;③农药生产、加工企业废水的排放;④大气中的残留农药随降雨进入水体;⑤农药使用过程中,雾滴或粉尘微粒随风飘移沉降进入水体以及施药工具和器械的清洗

等。一般来讲，只有10%～20%的农药附着在农作物上，其余则流失在土壤、水体和空气中，在灌水与降水等淋溶作用下污染地下水。

2.集约化养殖场的污染

近年来农村或近郊建立了一大批养殖场，原先分散的养殖变成了集约化养殖，如果养殖场的畜禽粪便废物没有进行有效的管理，露天堆置，降雨期间则随着雨水进入地表径流，从而造成径流中有机氮浓度增高。

3.居民生活污水和废物的污染

生活污水的排放主要是洗衣粉磷负荷的贡献率。另外，我国的生活垃圾数量巨大，9亿农村人口，以每人每天产生1.2 kg计，每天共产生108万吨。目前生活垃圾大部分都露天堆放，不仅占去了大片的可耕地，还可能传播病毒细菌，其渗漏液污染地表水和地下水，引起非点源污染。

第四节 海洋污染

海洋占地球表面积的70.8%，是地球上一个稳定的生态系统。

海洋的功能：海洋的主要功能是给人类提供物产，如海洋食品(鱼、虾、海带等)、海盐、矿物资源(如铀、银、金、铜等)。海洋还有其他功能，如调节气候(吸收二氧化碳)、蒸发水分有利降雨、提供能源(潮汐能可以利用来发电)。

全世界共有130多个海洋国家。我国海域辽阔、海岸线总长32 000 km。

一、海洋污染的现状和特点

联合国教科文组织下属的政府间海洋学委员会对海洋污染明确定义为："由于人类活动，直接或间接地把物质或能量引入海洋环境，造成或可能造成损害海洋生物资源、危害人类健康、妨碍捕鱼和其他各种合法活动、损害海水的正常使用价值和降低海洋环境的质量等有害影响。"

一些自然因素，如海底火山爆发以及自然灾害等，引起海洋的损害则不属于海洋污染的范畴。

海洋污染主要是陆源排污所致，污染物质包括了无机氮、磷酸盐、有机物、油类和重金属。大量有机物的排放往往是发生大规模赤潮和蓝潮的主要成因，世界上每年有2 000多人因食用了含有赤潮毒素的鱼虾而死亡。在我国，近年来共发现赤潮生物种类20余种，2000年近海共出现28次赤潮，而渤海、黄海、东海和南海也都有赤潮频频发生，累计污染面积达20 000 km^2。辽宁和浙江沿海的2次特大赤潮造成了渔业损失达3亿元人民币。对于海洋污染，尽管目前国家采取了许多的措施加以控制，但总体来说，由于经济和技术的局限性，海洋污染远比内陆污染更加难以治理，我国海洋污染快速蔓延的势头虽得到了一定程度的减缓，但海洋环境质量恶化的总体趋势仍未得到有效的遏制。

海洋的污染主要是发生在靠近大陆的海湾。由于密集的人口和工业，大量的废水和固体

废物倾入海水，加上海岸曲折造成水流交换不畅，使得海水的温度、pH 值、含盐量、透明度、生物种类和数量等性状发生改变，对海洋的生态平衡构成危害。目前，海洋污染突出表现为石油污染、赤潮、有毒物质累积、塑料污染和核污染等几个方面；污染最严重的海域有波罗的海、地中海、东京湾、纽约湾、墨西哥湾等。沿海污染严重的是日本、美国、西欧诸国和前苏联国家。我国的渤海湾、黄海、东海和南海的污染状况也相当严重，虽然汞、镉、铅的浓度总体上尚在标准允许范围之内，但已有局部的超标区；石油和 COD 在各海域中有超标现象，其中污染最严重的渤海，已造成渔场外迁、鱼群死亡、赤潮泛滥、有些滩涂养殖场荒废、一些珍贵的海生资源正在丧失。

2004 年黄海、南海、渤海、东海四大海域比较，黄海和南海水质总体上较好，一、二类海水比例较高，分别达到 83.4%和 77.8%。渤海一、二类海水比例为 40.4%；四类和劣四类海水占 45.3%，主要污染因子为无机氮、活性磷酸盐、石油类。东海无一类海水，二类海水比例为 17.2%；四类和劣四类海水占 61.3%。渤海和东海污染有加重的趋势。

由于海洋的特殊性，海洋污染与大气污染和陆地污染有很多不同，有其突出的特点：

(1)污染源多而复杂。除人类在海洋的活动外，人类在陆地和其他活动方面所产生的各种污染物，也将通过江河径流入海或通过大气扩散和雨雪等降水过程，百川汇合，最终都将汇入海洋。所以，大气、土壤、陆地地表水的各种污染源也都是海洋的污染源。人类的海洋活动主要是航海、捕鱼和海底石油开发。目前全世界各国有近 8 万艘远洋商船穿梭于全球各港口，总吨位达 5 亿吨，它们在航行期间都要向海洋排出含有油性的机舱污水，仅这项估计向海洋排放的油污染每年可达百万吨以上。通过江河径流入海含有各种污染物的污水量更是大得惊人。

(2)污染持续性强、危害性大。海洋是地球上地势最低的区域，它不可能像大气和江河那样，通过一次暴雨或一个汛期就可使污染得以减轻，甚至消除。一旦污染物进入海洋后，很难再转移出去，因此海洋是各地区污染物的最后归宿，不能溶解和不易分解的物质在海洋中越积越多，它们可以通过生物的浓缩作用和食物链传递，对人类造成潜在威胁。美国向海洋排放的工业废物占全球总量的 1/5，每年因水生生物污染或人们误食有毒海产品造成的污染中毒事件达 1 万起以上。

(3)污染扩散范围大。世界上各个海洋互相沟通，海水不停运动，污染物在海洋中可以扩散到任何角落。一个海域出现的污染，往往会扩散到周边海域，甚至扩大到邻近大洋，有的后期效应还会波及全球。比如海洋遭受石油污染后，海面会被大面积的油膜所覆盖，阻碍了正常的海洋和大气间的交换，有可能影响全球或局部地区的气候异常。此外，石油进入海洋，经过种种物理化学变化，最后形成黑色的沥青球，可以长期漂浮在海上，通过风浪流的扩散传播，在世界大洋一些非污染海域里也能发现这种漂浮的沥青球。

(4)防治难、危害大。海洋污染有很长的积累过程，不易及时发现，一旦形成污染，需要长期治理才能消除影响，且治理费用较大，造成的危害会波及各个方面，特别是对人体产生的毒害更是难以彻底清除干净。20 世纪 50 年代中期，震惊中外的日本水俣病，是直接由汞这种重金属对海洋环境污染造成的公害病，通过几十年的治理，直到现在也还没有完全消除其影响。“污染易、治理难”，它严肃告诫人们，保护海洋就是保护人类自己。

除上述污染源多、持续性强、扩散范围广、难以控制的特点外，海洋污染还会造成海水浑浊，严重影响海洋植物(浮游植物和海藻)的光合作用，从而影响海域的生产力，对鱼类也有危害。重金属和有毒有机化合物等有毒物质在海域中累积，并通过海洋生物的富集作用，对海洋动物和以此为食的其他动物造成毒害。石油污染在海洋表面形成面积广大的油膜，阻止空气

中的氧气向海水中溶解；同时石油的分解也消耗水中的溶解氧，造成海水缺氧，对海洋生物产生危害，并祸及海鸟和人类。由于好氧有机物污染引起的赤潮（海水富营养化的结果），造成海水缺氧，导致海洋生物死亡。海洋污染还会破坏海滨旅游资源。因此，海洋污染已经引起国际社会越来越多的重视。

二、海洋污染的“红”与“黑”

随着人口的增加，科学技术的进步，人类活动范围的扩大，地球上几乎所有污染物，都通过人工倾倒、船舶排放、海损事故、战争破坏、开采石油等等多种途径，源源不断进入海洋。目前，每年都有数十亿吨的淤泥、污水、工业垃圾和化工废物等直接流入海洋，河流每年也将近百亿吨的淤泥和废物带入沿海水域。

除了水体污染所包括的内容外，海洋污染还有两个突出的表现：

（一）“红”——赤潮

1. 赤潮的概念

赤潮（red tide）又称有害藻华（harmful algae bloom），是由于海水中一些（或某种）赤潮生物（如裸甲藻、原甲藻等微小的浮游藻类或原生动物，或细菌），在一定的条件下暴发性繁殖（增殖）或高密度聚集引起水体变色（常为赤红）的一种有害的生态异常现象。但发生赤潮时，海水不一定都变成红色，有时能变成橘红色、黄色、绿色或褐色等。我国是遭受赤潮严重影响的国家之一，主要发生在近海海域。1972—1998 年我国沿海发生的赤潮多达 360 起，且呈逐年增加趋势。1998 年是我国赤潮重灾年，3、4 月份赤潮袭击香港，造成约 3 亿港元的损失。浙江中部近海、辽东湾、渤海湾、杭州湾、珠江口、黄海北部近岸等是赤潮多发区。

2004 年全国海域共发现赤潮 96 次，较 2003 年减少 23 次，但赤潮累计发生面积 26 630 km^2，反较 2003 年增加 83.0%，其中大面积赤潮集中在东海。全海域共发生 100 km^2 以上的赤潮 34 次，其中 500 km^2 以上的赤潮 16 次，接近或超过 500 km^2 的赤潮 10 次，均比 2003 年增加。有毒赤潮生物引发的赤潮 20 余次，面积约 7 000km^2，主要有毒赤潮生物为米氏凯伦藻、棕囊藻等。5 月上旬浙江中南部海域出现的特大赤潮，面积约 8 000 km^2，此次赤潮的优势藻种中有亚历山大藻。

中国赤潮的发展趋势主要为四个方面：频率增高；持续时间长、范围广、危害大；新记录种类增多；赤潮类型多样化。

2. 赤潮发生的机制

（1）海域水体的富营养化。随着沿海地区工农业发展和城市化进程加快，大量未经处理的含高浓度 N、P 的工业废水、生活污水和养殖废水排放入海，造成近岸海域的水体富营养化，尤其是水体交换能力差的河口海湾地区，污染物不容易被稀释扩散，因此这些地区是赤潮多发区。海水养殖密度高的区域也往往存在水体的富营养化，形成赤潮的可能性较大。某些特殊物质参与作为诱发因素可能成为赤潮暴发的调控因子，已知的有维生素 B_1、B_{12}、铁、锰、脱氧核糖核酸等。

（2）海域中存在赤潮生物种源。海洋浮游微藻是引发赤潮的主要生物，世界各地已引发过赤潮的生物有 200 多种。赤潮生物除少数的原生动物和细菌外，大都属于浮游植物，包括蓝藻、硅藻、甲藻、金藻和隐藻等门类，其中硅藻和甲藻类占多数。甲藻类是最主要的赤潮生物，

其中的一些种类能产生毒素，危害非常大，因而甲藻形成的赤潮是近年来研究的焦点。中国沿海的赤潮生物有91种（含13种有毒种类），夜光藻（*Noctiluca scintillans*）、中肋骨条藻（*Skeletonema costatum*）、海洋原甲藻（*Prorocentrum micans*）、微型原甲藻（*Prorocentrum minimum*）、尖刺菱形藻（*Nitzschia pungens*）、赤潮异弯藻（*Heterosigma akashiwo*）、裸甲藻（*Gymnodinium* sp.）和红中缢虫（*Mesodinium rubrum*）为我国沿海的主要赤潮生物。由于营养需求上的差异，在特定的环境条件下赤潮生物在与其他浮游植物的营养竞争中占优势，从而大量繁殖形成赤潮。

（3）合适的海流作用和天气形势。一般在海流缓慢、风力较小、湿度大、闷热、阳光充足时，易发生赤潮。海流、风有时能使赤潮生物聚集在一起，沿岸的上升流可以将含有大量营养盐物质的下层水带到表层，也可以将赤潮生物的“种子”带入水表层，为赤潮的发生提供必要的物质条件。如果风力适当，风向适宜的话，就会促进赤潮生物的聚集，从而使赤潮的产生更加容易。有些赤潮生物种类通过远洋船舶的压舱水到处传播，造成生态入侵，在新的海域引发赤潮。

（4）适宜的水温和盐度。不同海区不同类型赤潮爆发对水温和盐度的要求各不相同，一般在表层水温的突然增加和盐度降低时，会促进赤潮的发生。

3. 赤潮的毒素

赤潮并不都是有害的，有害赤潮主要是有害赤潮生物产生的毒素造成的危害。目前已经发现的赤潮藻毒素有：麻痹性贝毒（Paralytic Shellfish Poisoning，PSP）、神经性贝毒（Neurotoxic Shellfish Poisoning，NSP）、腹泻性贝毒（Diarrhetic Shellfish Poisoning，DSP）和健忘性贝毒（Amnesic Shellfish Poisoning，ASP）、西加鱼毒（Ciguatera Fish Poisoning，CFP）等。贝类或鱼类摄食含有毒素的浮游植物以后，毒素进入食物链。人畜误食含有毒素的水产品就会发生中毒事件。

PSP是世界范围内分布最广、危害最严重的一类毒素，因而对赤潮藻毒素的研究主要集中在这一方面。迄今为止所发现的能产生PSP的赤潮生物多数是甲藻。此外，红藻（*Jania* sp.）和绿藻（*Aphanizomenon flos－aquae*）也可以产生麻痹性贝毒。

有害赤潮的危害状况可以归纳如下：①危害水产养殖和捕捞业。赤潮对水产生物的毒害方式主要有以下几种：赤潮生物分泌粘液或死亡分解后产生粘液，附着在鱼虾贝类的鳃上，使它们窒息死亡；鱼虾贝类吃了含有赤潮生物毒素的赤潮生物后直接或间接积累发生中毒死亡；赤潮生物死亡后的分解过程消耗水体中的溶解氧，鱼虾贝类由于缺少氧气窒息死亡。②损害海洋环境。赤潮发生时使pH值升高，降低了水体的透明度，分泌抑制剂或毒素使其他生物减少，赤潮消亡阶段还可使水体缺氧。③影响海洋旅游业。赤潮破坏了旅游区的秀丽风光，一层油污似的赤潮生物及大量死去的海洋动物被冲上海滩，臭气冲天。赤潮水体使人不舒服，与皮肤接触后，可出现皮肤瘙痒、刺痛、出红疹；如果溅入眼睛，疼痛难忍；有赤潮毒素的雾气能引起呼吸道发炎。应避免在赤潮发生水域游泳或做水上活动。④危害人体健康。赤潮发生海域的水产品能富积赤潮毒素，不慎食用会对身体健康产生威胁。

目前，在防范赤潮工作方面，有些国家正在建立赤潮防治和监测监视系统，对有迹象出现赤潮的海区，进行连续地跟踪监测，及时掌握引发赤潮环境因素的消长动向，为预报赤潮的发生提供信息；对已发生赤潮的海区则采取必要的防范措施。加强海洋环境保护，切实控制沿海废水废物的入海量，特别要控制氮、磷和其他有机物的排放量，避免海区的富营养化，是防范赤潮发生的一项根本措施。此外，随着沿海养殖业的兴起，避免养殖废水污染海区，很多养殖场已建立小型蓄水站，以淡化水体的营养，在赤潮发生时可以调剂用水，与此同时，改进养殖饵料

种类，用半生态系养殖方法逐步替代投饵喂养方式，以自然增殖有益藻类和浮游生物，改善自然生态环境。

对于小型的网箱养殖，可以采用拖曳法来对付赤潮，也就是将养殖网箱从赤潮水体转移至安全水域。利用粘土矿物对赤潮生物的絮凝作用，以及粘土矿物中铝离子对赤潮生物细胞的破坏作用来消除赤潮，也取得很好进展，并有可能成为一项较实用的防治赤潮的途径。因为利用粘土治理赤潮具有很多优点，目前已证实的有：对生物和环境无害，有促进生态系统的物质循环和净化作用；粘土资源丰富，且是底栖生物和鱼贝类幼仔的饵料，操作简便易行，可以大范围使用。

(二)"黑"——石油污染

主要为石油及其产品，包括原油和从原油中分馏出来的溶剂油、汽油、煤油、柴油、润滑油、石蜡、沥青等等，以及经过裂化、催化而成的各种产品。目前每年排入海洋的石油污染物约1 000多万吨，主要来源：①河流和沿海工业排入；②油船的压舱水、洗舱水和其他船上污水排入；③海底油田开发和油井、油轮失事；④油矿天然泄漏。特别是一些突发性的事故，一次泄漏的石油量可达 10 万吨以上，出现这种情况时，大片海水被油膜覆盖，将促使海洋生物大量死亡，严重影响海产品的价值以及其他海上活动。

石油污染后，海区的生物要经过 5～7 年才能重新繁殖。1 kg 石油完全氧化需要消耗海水中 40 万升溶解氧。这样就会造成海水缺氧导致海洋生物窒息死亡。同时，当石油泄漏到海面，几小时后，便会发生光氧化学反应，所生成的过氧化物，即醌、酮、醇、酚、羧、酸和硫的氧化物等，都对海洋生物有很大的毒害。另一方面，油液易堵塞海兽和鱼类的呼吸器官，也会使海兽和鱼类窒息而死。据研究，当海水中含油浓度为 0.01 mg/L，孵出的鱼畸形率为 25%～40%；海水含油浓度为 1 mg/L，24 h 内大海虾幼体能死亡 1/2；海水中如含有 1%的柴油乳化液，就能完全阻止海藻幼苗的光合作用。油污还会使海洋中的鱼类遗传器官受到影响，使鱼类繁殖的后代越来越小。

据不完全统计，2000 年我国海域发现的溢油事件约 10 起，其中最重的一次为 11 月 14 日，两艘外轮在珠江口虎门大桥附近水域相撞，船体严重破损，所载的 230 m^3 燃料油全部泄漏入珠江口狮子洋、伶仃洋海域，受污染水域面积约 390 km^2。海上溢油不仅破坏海洋环境，而且还存在发生火灾的危险，因此，一旦出现溢油事故，一方面要尽可能缩小污染区域，另一方面要迅速消除和回收海面上的浮油。

石油进入海洋后扩散成表面的一层膜状浮油，1 L 石油可达 100～2 000 m^2 的范围。膜状浮油造成以下影响：

①油膜隔绝了大气与海水的气液交换。

②油膜在生物降解过程中要消耗大量溶解氧。

③油膜减弱了太阳辐射能透入海水的能量，影响海洋绿色植物光合作用，影响海域生产力，破坏食物链。

④油浓度为 0.01 mg/L 时鱼体出现油臭，影响食用价值。

⑤油污危害海洋动物，玷污鸟、兽皮毛。

⑥石油成分本身有一定的毒性。

三、海洋污染对资源环境的影响

在海洋污染和滥捕酷捞的双重危害下，海洋生物资源逐渐减少。据联合国粮农组织的报告说，20 多年来，世界渔产最丰富的海域内捕获量一直在持续下降。目前 200 种海产鱼类资源中捕捞过量或资源下降的占 60%。全球海洋渔业资源正面临枯竭的危机，25%的渔场遭破坏，世界 17 个主要渔场有 13 个面临困境。有的鱼种已濒临灭绝，珍贵的蓝鲸只剩下 15 头了，长须鲸也只剩 1 000 多头，最受人喜爱的灰鲸也快绝迹了。海豚、海象、海豹的数量也在急剧减少。重达 3 t、易受伤害和以海草为生的北海牛，在 1741 年被发现后，由于人类的大量捕捉，几年就灭绝了。最近几年接连发现巨鲸在集体“自杀”，海鸟大量死亡，有 30 种海鸟面临灭绝的威胁。由于地中海海水污染严重，许多地段浮游生物和植物以及以它们为食料的动物已灭绝。在北海，每天都有数以千计的死鸟、死鱼和焦油沥青块随着潮水冲到海滩上。1986 年，黑海的捕鱼量为 90 万吨，10 年后只能捕到 10 万吨了。从海中捕起的鱼有 40%～50%都患有“环境病”。1985 年捕到的蝶鱼和比目鱼，有 40%患了肝癌，有的还患有溃疡病，体内含汞、含铅量超出正常标准的 4 倍。

四、海洋污染的控制

在控制国际水域和海洋资源危机和环境污染方面，国际社会采取了大量行动，制定了大量双边和多边国际条约，在有关国际组织和有关国家的共同参与下，采取了一些重要的国际合作行动。

保护海洋环境的国际行动是从防止海洋石油污染开始的。1954 年制定了第一个保护海洋环境的全球性公约《国际防止海上油污公约》。20 世纪 60 年代以后，先后制定了《国际干预公海油污事故公约》、《国际油污损害民事责任公约》、《国际防止船舶造成污染公约》等，完善了控制船舶造成污染的国际法律制度及污染损害赔偿制度。1972 年，在伦敦通过了第一部控制海洋倾废的全球性公约，即《防止倾倒废物及其他物质污染海洋的公约》。在海洋资源保护方面，1946 年制定了《国际捕鲸管制公约》，设立了国际捕鲸委员会。1958 年在日内瓦召开的第一次联合国海洋法会议通过了《捕鱼与养护公海生物资源公约》，对海洋生物资源保护作了比较全面的规定。1982 年 4 月，第三次联合国海洋法会议经过近 10 年的讨论，以压倒多数通过了《联合国海洋法公约》，其中对海洋环境保护作了全面系统的规定。

另外，在沿海各国的共同努力下，先后就北海、波罗的海、地中海、中非和西非海域、红海和亚丁湾、东南太平洋区域、加勒比海、东非海域、东南亚地区等制定了一系列海洋环境保护条约和关于区域合作的行动计划。

我国政府对海洋环境污染和保护比较重视，从 20 世纪 70 年代起开展了大规模的海洋环境污染调查、检测和研究工作。21 世纪又启动了多项海洋环境和资源的调查和研究工作。国家建设了多个有关海洋的重点实验室，如 2005 年新建设的厦门大学近海海洋环境科学国家重点实验室，依托这些重点实验室开展了卓有成效的海洋环境科学和资源保护的研究工作。

第五节　固废污染

一、概念

固体废物(solid waste)亦称废物，是指在生产、生活和其他活动中产生的丧失原有利用价值或者虽未丧失利用价值但被抛弃或者放弃的固态、半固态和置于容器中的气态的物品、物质以及法律、行政法规规定纳入固体废物管理的物品、物质。

废物具有相对性，一过程的废物，往往可以成为另一过程的原料，所以有人说固体废物是“被错待了的原料”，“废物”不废，更不应该“弃”，而应该加以利用。

二、固体废物的分类

按其组成可分为有机废物和无机废物；按其形态可分为固体(块状、粒状、粉状)和泥状的废物；按其来源可分为工业废物、矿业废物、城市垃圾、农业废物和放射性废物等；按其危害特性可分为有害有毒废物和一般废物。

我国制定的《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》从固体废物管理的需要出发，将固体废物分为生活垃圾、工业固体废物和危险废物三大类。

(一)生活垃圾

生活垃圾是指在日常生活中或者为日常生活提供服务的活动中产生的固体废物以及法律、行政法规规定视为生活垃圾的固体废物。它的主要特点是成分复杂，有机物含量高，产量不均匀。生活垃圾主要有纸品类、金属类、塑料类、橡胶类、玻璃类、废电池类、电子废物及有机垃圾等。生活垃圾的组分受生活区域的规模、居民生活习惯、消费水平、区域地理气候及季节变化等多种因素的影响。

我国城市生活垃圾 2000 年清运量为 1.2×10^8 t左右，垃圾总量以每年 8%～10%的速度增长，预计到 2010 年我国城市垃圾产生总量将达到 3.1×10^8 t。目前城市生活垃圾中比较突出的是废电池类、电子废物及塑料薄膜白色污染。

1. 废电池

废电池的种类很多，主要分为含汞和不含汞两类。不论是哪种废电池，不经过处理进入城市生活垃圾，都将给垃圾处理带来很多的问题。电池内含有大量的有害成分，如重金属、废酸、废碱等，当其未经妥善处置运往填埋场或焚烧厂都会对环境造成严重的污染。重金属是环境中持久性最强的物质，无法使它们变质或将其破坏，而且它还能够与有机物发生反应而生成毒性更强的金属有机化合物，如甲基汞等(日本水俣事件的罪魁祸首)。废电池中的这些持久性的金属有毒污染物的寿命很长，进入环境后，Hg、Cd、Pb 等金属会在生物体内积累，将在以后

的几十年甚至上百年对人类产生极大的危害。

2. 电子废物

电子废物主要有报废的电脑、冰箱、电视机、无线通信设备、电话机及油烟机等各种家用电器。电子产品含有大量有毒有害物质，不恰当地处理这类废物将会对环境造成严重的污染。电子垃圾不仅量逐渐增大而且危害严重，已成为困扰全球的大问题，特别是发达国家。

3. 白色污染

人们日常生活中使用的大量的废弃包装用塑料膜、塑料袋、农用薄膜和一次性塑料餐具等，在环境中长期不被降解，散落在市区、风景旅游区、水体、公路和铁道的两侧，影响景观，污染环境。由于废塑料制品多呈白色，所以将其对环境的污染统称为“白色污染”。

塑料不易分解，如果填埋处理，它进入土壤之后，长期不腐烂，占用大量的土地资源，而且影响土壤的通透性和渗水性，因而破坏土质，严重危害植物的生长，降低土地的使用价值，带来长期的深层次的环境问题。而焚烧处理塑料垃圾，如果处理不妥，会释放出多种有害的化学物质，对大气造成二次污染。

“白色污染”，是当今严重的污染源之一，其主要的成分是塑料垃圾。塑料垃圾在自然界中很难降解，一般降解周期为200～400年。抛弃塑料垃圾不仅严重损害环境景观，更严重的是会造成土壤恶化；被牲畜误食会使其生病，甚至死亡；抛入河流、湖泊会影响航运，使水质变坏。尤其对海洋生物构成严重威胁，堪称“海洋生物杀手”。在普里比欲群岛每年至少有5万只北方海狗死亡，经检查证实是吃了塑料垃圾。另外，塑料制品在高温加热时产生的“二噁英”对人体有致癌作用。其所造成的负面影响远远超过其实际利用价值。而我国又是塑料袋的使用大国，每天有大量塑料购物袋从各个商业零售网点免费流到顾客手中。目前，“白色污染”呈蔓延趋势，有人建议：一是应尽快建立一套既能限制塑料购物袋生产，又能控制塑料购物袋使用量的约束机制。也就是不仅要向使用者开征“塑料袋使用税”，同时也要向生产厂家开征“塑料袋污染治理税”。二是限制塑料袋的使用范围，延长塑料袋的使用寿命。同时，提倡“绿色消费”，使消费者养成少用或重复使用购物袋的良好习惯。三是有关科研机构应尽快研制出既可替代塑料袋功能，又不会污染环境的更新产品，方便群众生活，使人类早日摆脱塑料袋满天满地飞的“白色恐怖”环境，远离“白色污染”。

每个城市居民一般平均每天产生1.2 kg生活垃圾，一年便达440 kg之多。根据现代的生活水平，这些垃圾中32%为生物垃圾，18%为塑料垃圾，8%为纸垃圾，4%为纺织品，3%为金属，1.5%为玻璃制品。1997年我国城市生活垃圾年产量已达1.2亿吨，2000年达到1.5亿吨，其中塑料制品约占500万吨以上。塑料制品大分子化学结构稳定，自然条件下难以降解，焚烧又会放出滚滚浓烟，含有二噁英，污染环境。

二噁英(dioxins)是一类多氯代三环芳香化合物,其化学性质很特殊,难溶于水,但很容易附着于土壤中的物质,不容易被微生物分解,很难发生化学反应,是一种极难消除和处理的化学品。这些化合物大部分具有强烈致癌、致畸、致突变的特点。二噁英对生态和人类的危害是长期的。二噁英一旦被排放或泄露到自然环境中,便通过水源、泥土和植物进入食物链,当家禽、家畜吃了含有二噁英的饲料,二噁英便储存在脂肪细胞内,人类吃了这些动物的肉、奶、蛋,二噁英便自然转移到人体内,永远不能分解和排出。2000年,我国从比利时、荷兰等国进口受到二噁英污染的畜禽类和乳制品造成的问题,引起了广泛关注。经过研究证实,人类长期食用二噁英含量超标的食品能诱发癌症和造成组织破坏,损害人体的生殖器官、免疫系统和内分泌系统。二噁英恶名昭彰。20世纪60—70年代,美国侵略越南的战争中,美国空军在越南丛林及农田喷洒一种含有二噁英的枯叶剂,用以破坏越南军队的掩护屏障和农业生产。到20世纪70年代后期,越南就出现了许多畸形的新生儿,归国美军也出现了许多不良症状,同时他们的下一代生残率特别高,人们才证实二噁英对人体健康的威胁。

二噁英由于其来源广泛、毒性强,已被世界各国公认为是对人类健康具有极大危害的全球性重要有机污染物。国际组织已将其列为人类一级致癌物。

自然界中森林火灾能够产生二噁英,但更主要来自人类活动,如:城市生活垃圾焚烧,杀虫剂、防腐剂、除草剂和油漆添加剂的生产,还有纸浆漂白、汽车尾气和金属的熔炼等都是产生二噁英的主要来源。为此,国际上认为二噁英是人类社会进入工业化之后的典型副产物。国际上对二噁英的来源、污染及控制一直极为重视,对二噁英的基础研究已投入大量资金。由于垃圾焚烧中如何清除二噁英危害仍是一道世界性难题,所以,许多发达国家通过关闭各种二噁英污染源对二噁英污染物实行优先控制。目前,欧共体已普遍不再新建大中型垃圾焚烧场。

焚烧垃圾是造成二噁英污染的主要原因,占已知二噁英生成量的95%;因此对兴建大型垃圾焚烧厂选址一定要加以慎重论证,并要在综合防治二噁英污染过程中,针对生活垃圾有机质含量高、水分大、塑料袋多等特点,努力探索出一条用垃圾分选发酵生物工程“冷处理”办法取代二噁英污染严重的垃圾焚烧“热处理”的新路子。在生产杀虫剂、防腐剂、除草剂和油漆添加剂等化工过程中,二噁英往往作为副产品和杂质的形式存在其中,因此要尽快完善危险工业及民用废物管理机制,建立危险或有毒废物处理中心以及制定相应的监测、管理办法。汽车尾气和金属的熔炼等都是产生二噁英的主要来源,因此,要坚定不移地加大对汽车尾气处理的力度。

我国对生活垃圾的环境管理是从20世纪80年代开始的,1986年国务院转发城乡建设部等部门的《关于处理城市垃圾改善环境卫生面貌的报告》已涉及垃圾污染及防治对策,正式开始了对垃圾的环境管理。许多城市垃圾收集处理实行市、区、街道三级管理体制。

1998年10月份起,在铁路、长江、太湖流域营运的交通工具和重点旅游景区禁止使用一

次性发泡塑料餐具。在上述区域内已有的垃圾场限期搬迁、整改，禁止继续倾倒垃圾。2000年，全国禁止生产、使用发泡塑料餐具；禁止生产、使用超薄塑料购物袋。建立生产商负责的包装物强制回收制度。设置足够的垃圾收集设施，所有的垃圾都应妥善收集、密闭运输、无害化处置，杜绝随意向环境中倾倒垃圾的现象。对新建垃圾厂(场)要严格执行有关标准。

2000年建设部确定北京、上海、广州、深圳、杭州、南京、厦门和桂林等8个城市为“生活垃圾分类收集试点城市”。截至2001年底，全国664个城市建有各类生活垃圾处理厂(场)740座，年处理量为7 835万吨。试点城市实行垃圾分类收集是提高垃圾环境管理水平的重大举措，既提高废品回收率又便于危险废物单独处置。

迄今为止，处理城市垃圾的主要方法仍是填埋、堆肥和部分焚烧。垃圾集中处理是我国当前处理生活垃圾的主要措施。分类收集和混合收集后的垃圾都应集中处理。处理的原则应是使之达到减量化、无害化和资源化。我国垃圾集中处理采取的措施主要有以下几种：

(1)填埋。填埋是最原始最常见的城市垃圾处理技术，一般有露天堆放、自然填沟和填坑等方式，这些方式是最不卫生的做法，是病虫、病菌的繁殖之地，危害人体健康，并且污染空气、水源和影响市容，已被许多国家禁止。填埋还占用大量的土地。仅以北京为例，垃圾占地已达6 670平方公里，不仅破坏了大量宝贵的耕地，而且造成许多隐患——有毒化学物质的产生、害虫和病菌的孳生、水源和土壤的污染、爆炸性气体渗漏。填埋垃圾等于制造定时炸弹，如不尽早采取措施，将来会付出昂贵的代价。大多数垃圾填埋方式都是简易填埋，忽视了处理中的环境管理。填埋导致了大气污染、水污染等二次污染严重。卫生填埋是垃圾处理必不可少的最终处理手段。卫生填埋场的规划、设计、建设、运行和管理应严格按照《城市生活垃圾卫生填埋技术标准》、《生活垃圾填埋污染控制标准》和《生活垃圾填埋场环境监测技术标准》等要求执行。科学合理地选择卫生填埋场场址，有利于减少卫生填埋对环境的影响。场址的自然条件符合标准要求的，可采用天然防渗方式；不具备天然防渗条件的，应采用人工防渗技术措施。应当坚持垃圾填埋场的环境影响评价和环境监测，加强垃圾填埋的环境监督管理。

(2)堆肥。食物垃圾约占生活总量的1/3。食物垃圾和其他一些有机垃圾具有分散、量大、处理困难、容易污染环境等特点，采用堆肥方式，不仅减少了垃圾污染，而且使之与其他垃圾成分分离，加快了垃圾分类，有利于城市生活垃圾的全面处理。但堆肥易造成地下水污染，发酵不成熟，堆肥效果不理想。堆肥产生大量甲烷，处理不好可能引发爆炸。堆肥场所应选在通风的地域，并远离地下水源地。

(3)焚烧。焚烧的成本很大，焚烧易产生局部大气污染。垃圾焚烧场的建立应严格遵守三同时制度、环境影响评价制度、环境标准制度和环境监测制度。

我国各城市基本配套建设了垃圾清扫、收集、贮存、运输和集中处置设施、场所，大多数城市实行了城市生活垃圾集中处置，少数城市正在实施垃圾分类收集制度。按照污染者付费的原则，政府要加快完善环境基础设施使用和服务收费制度，鼓励民间资本参与环境基础设施建设和运营，在投资、税收、征地、就业用工等方面给予优惠政策。要加强公众参与力度，垃圾分类是处理固体废物的一项有效的措施。20世纪70年代起，已开始把固体废物作为资源和能源加以回收利用，从消极处理转向积极利用，实现废物的再资源化。城市生活垃圾的分类收集和集中处理的业务应面向社会、平等竞争、有偿服务，鼓励单位或个人举办分类收集和集中处理的专业化服务企业，倡导新时代的“破烂王”。据有关部门公布的数字，目前全国每年垃圾总量约5亿吨，价值250亿元，其中2/3以上的垃圾是可以回收利用的。1 t废纸可造纸800 kg；

1 t 废塑料可炼汽油 700 kg;易拉罐和玻璃瓶再生可节约物质成本的 90%以上;一次性木筷可以用来造纸;生物垃圾可制成优质肥料;不能回收的纸屑、布头等仍可燃烧发电。要解决垃圾问题,根本的办法是将它们纳入物质循环。因为垃圾本身只是"放错了地方的资源",只要处理得当,完全可以成为巨大的社会财富。目前各种垃圾混杂给分拣回收带来了极大困难。只要实行垃圾分类,便可以产生价值可观的可回收物品,处理这些物品可促进一系列企业的产生和繁荣,而收集废品、处理废品还为社会提供了新的就业机会。

(二)工业固体废物

工业固体废物是指在工业生产活动中产生的固体废物,其中有很多属于危险废物。对于危险废物下面将另立专条叙述。

工业固体废物按行业主要包括以下几类:冶金工业固体废物、能源工业固体废物、石油化工工业固体废物、矿业工业固体废物、轻工业工业固体废物、城市建筑废物、其他工业固体废物。

1. 工业固体废物增加的状况

1996 年全国工业固体废物产生量 65 897 万吨,其中:综合利用量 28 304 万吨,综合利用率 43%;贮存量 26 364 万吨,贮存率 40%;处置量 1 1491 万吨,处置率 17.4%;排放量 1 690 万吨,排放率 2.5%。历年累积贮存量 64.9 亿吨。随着经济的发展,特别是能源工业和原材料工业的发展,工业固体废物每年的产生量逐年增加,"旧的不减,新的再来",大部分贮存、处置不符合要求,造成对环境的直接污染。

2004 年,全国工业固体废物产生量为 12.0 亿吨,比 2003 年又增加 20.0%;工业固体废物排放量为 1 792.0 万吨,比 2003 年减少 7.7%。工业固体废物综合利用量为 6.8 亿吨,综合利用率为 55.7%,与 2003 年持平。危险废物产生量 963.0 万吨。以上数据说明随着工业生产的发展,工业固体废物的产生量不断增加,但环保措施使排放量减少,只有进一步提高综合利用率才能科学有效地消解固体废物。

2. 固体废物的危害

(1)城市固废造成对水体的污染

①固废可随雨水径流进入地面水体。

②固废的有害成分通过土壤渗漏进入地下水体。1980 年美国的"腊芙运河(Love Canal)污染案"就是例子。工业固废的垃圾填埋场除了一般生活垃圾填埋场存在的化学物质污染问题外,往往还含有工业废料带来的放射性物质引起的放射性污染。

③通过倾废直接倾入而污染湖泊、河流、海洋。

(2)固废对空气的污染

①固废的恶臭在空气中的散发。

②细颗粒废物在空气中的扩散。

③有害气体、粉尘、放射性物质在大气中的扩散。

(3)固废对土壤的污染

植物吸收固废中的污染物质而进入食物链,最终影响人体健康。

腊芙运河(Love Canal)污染案

1980年美国发生了一件轰动世界的特大公害事件，即所谓腊芙运河污染案。腊芙运河位于纽约州尼亚加拉的边区，是一条不到1 000 m长的未挖成河道。1942年一家农药工厂购买了这块2.4 hm^2土地的产权，用来倾倒废弃物。在11年中，倾倒了多种氮化物、硫化物等化学物质达21 000 t。1953年这家工厂填埋了运河，赠交给当地政府，此后在这里建起了1 200栋房子和1所学校。25年后，经日晒雨淋，从运河覆盖层渗透出一层黑色油腻的污液，随雨水流经附近的房子和地下室。居民们不知道是什么东西，立即向环境部门反映，经有关部门对空气、地下水、土壤的测定，发现有六六六、氯仿、氯苯、三氯苯酚等82种化学物质，其中有11种被认为有致癌危险。同时，发现该地区孕妇的流产率是正常地区的1.5倍，婴儿先天性缺陷也比正常地区高，等等。这些调查情况一公布，居民更加恐慌和激愤，抗议、游行、集会不断，要求赔偿健康和经济损失。当时的总统卡特不得不宣布腊芙运河区处于"卫生紧急状态"。然后采取一系列措施，将几千户居民迁走。但是像腊芙运河那样的化学废弃物填埋地，据估计美国有25 000～50 000处，这些地方就像定时炸弹，不知何时要出现严重后果。

3.固体废物的管理及消除污染的途径

固体废物处理的原则仍然是减量化、无害化、资源化。应以减量化、资源化为核心，大力综合利用工业固体废物，妥善处置未利用的工业固体废物。对工业固体废物综合利用进一步实行鼓励优惠政策，确保现有的政策落实；制定促进废物利用的强制性和指示性的法规、准则；禁止建设无工业固体废物污染处理设施的项目，制定淘汰的产生固体废物严重污染的工艺、设备的名录。对现有露天贮存工业固体废物，无专用的贮存设施、场所的企业，要限期建设，限期内未建设的，禁止产生新的工业固体废物，对排放工业固体废物的企业要限期禁止排放。健全工业固体废物的环境法规和标准，强化对工业固体废物产生、收集、运输、利用、贮存和处置、排放的监督。

(三)危险废物

1.危险废物的定义

危险废物是一类对环境影响极为恶劣的废物。由于有许多政府机构负责管理与处置危险废物，所以它有很多定义：

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》中规定：危险废物是指列入国家危险废物名录或者根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定的具有危险特性的固体废物。这个定义是从归类来划定的，并未表明危险废物的本质。

美国的定义是"能引起或助长死亡率的上升或严重不可恢复的疾病；可造成严重残疾；在操作、储存、运输、处理或其他管理不当时，会对人体健康或环境带来重大威胁的废物称为危险废物"。

世界卫生组织的定义则是："根据其物理或化学性质、要求必须对其进行特殊处理和处置的废物，以免对人体健康或环境造成影响的废物称危险废物。"

综上所述，本书将危险废物定义为：当操作、储存、运输、处理或其他管理不当时，会对人体健康或环境带来重大威胁，因而必须对其进行特殊处理和处置的极为恶劣的废物称为危险废物。

2. 危险废物的危害

危险废物不仅包括医院垃圾、废树脂、药渣、含重金属污泥、酸和碱废物等，还包括确认为急性危险废物的商业化学品及其中间产物、半成品、残留物，以及放射性核废料等。危险废物的特性通常包括急性毒性、爆炸性、易燃性、腐蚀性、化学反应性、浸出毒性和疾病传染性。并以其特有的性质对环境造成污染，如果不处置或处置不当，其危害是严重的、长期的、潜在的，其中的有毒有害物质对人体和环境构成很大威胁。一旦危险废物的危害性爆发出来，不仅可以使人畜中毒，也可因无控焚烧、风扬、风化而污染大气环境，也可因雨水渗透污染土壤、地下水，由地表径流冲刷而污染江河湖海，从而造成长久的、难以恢复的隐患及后果。受到污染的环境的治理和生态破坏的恢复不仅需要很长时间，而且要付出高昂的代价，有的甚至无法恢复，造成的损失有时难以用金钱衡量。危险废物大部分来自化学和石油化学工业。现在全世界已登记的化学物质约 700 多万种，正在使用的有约 6 万种，每年有数千种新的化学物质投放市场。

我国国家环保总局、国家经贸委、外经贸部和公安部于 1998 年 7 月 1 日实施了国家危险废物名录。国家危险废物名录共 47 类，名录列出了废物类别、废物来源和常见危害组分或废物名称三部分。凡列入名录的危险废物将按《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》中的危险废物管理规定进行管理，与之相配套，国家还将不断制定各种危险废物鉴别标准、鉴别方法和识别标志。

危险废物名录上的危险废物来源主要是各工业企业和医院，包括各种有机废溶剂、高浓度化工母液、热处理电镀废渣液、二噁英的卤代化合物、化工废渣、防腐剂、废电池、医院手术临床废物等。

随着国民经济的持续、快速发展，固体废物尤其是危险废物对环境的污染危害日益显现，国家正在加紧完善这方面的法律法规。2003 年 10 月 1 日《中华人民共和国放射性污染防治法》开始施行，该法的第六章就专门论述了“放射性废物管理”；2003 年 10 月 9 日国家环境保护总局又发出了《废电池污染防治技术政策》的文件，使废电池的处置开始有了可操作性的规范。但就我国目前的现状看，对危险废物的管理还存在着不够规范之处，除极少部分危险废物得到综合利用外，大部分危险废物均处于随意排放和任意堆放的状态，极易对环境造成污染。危险废物污染环境问题已成为我国在解决大气污染和水体污染之外面临的又一个重要环境问题。

3. 危险废物现有的处置、处理方式及存在的问题

(1)将危险废物变废为宝，用作另一产品的生产原料。如将电石渣用作水泥掺和料；生产抗生素的企业将全部医药废物再加工制成动物饲料添加剂等。实际操作中往往只将其看成原料，而忽略了其作为危险废物的特性，容易造成二次污染。

(2)由生产厂家自行回收，返回生产工艺再利用。如某些企业的石棉废物、废钢板及边角料，均可回收再用于生产。也容易因操作上的随意性和不规范性而造成污染。

(3)由其他专门单位收购。目前，有不少企业通过将加工厂可提炼有价值物质的危险废物卖给某些专门收购单位来实现危险废物的转移。比较常见的如含铜蚀刻液、含铅冶炼废物等，均有相当的再利用价值。但收购单位往往没有经营许可，不利于管理。

(4)综合利用。比较常见的如将含重金属污泥废物通过一定的科学比例烧砖。但在实际操作过程中常因工作人员素质较低,难以科学化处理,造成二次污染。

(5)焚烧处理。如对医院临床废物、过期的废物药品等,一般采取焚烧处理。但由于焚烧不规范,给周围居民带来极大的污染危害。

(6)非法转移。部分企业未经环保部门审核批准,擅自将危险废物转移给个体户及乡镇企业拆解;部分企业为图眼前利益,擅自将危险废物实施跨区、跨省甚至跨国转移,造成极大的污染隐患。

(7)直接排入环境。应该说,目前除部分得到综合利用外,有些危险废物混在生活垃圾或其他工业固体废物中排放,大部分危险废物堆放在工厂内或由企业自行简易储藏,对环境造成极大污染,对公众健康造成危害。

4.处理处置危险废物的对策

(1)危险废物的处置方向:前述强调危险废物污染环境的危害性,并非说危险废物很可怕,只要处理处置合理,如通过解毒、焚烧、稳定化、固化和安全填埋等处理处置措施,危险废物的危害性就能降到最低程度。如一些含重金属的污泥,如果随意堆放或处置不当,对环境的危害是不言而喻的,但通过采取脱水和惰性材料稳定固化后,其化学性质非常稳定,重金属成分几乎不被浸出。但是如果要求所有废物产生单位都建立自己的高水平的处置设施,一般企业是没有能力的。同时我们也应避免重复建设引起不必要的浪费,而且如果危险废物处置设施分散在众多企业,环保部门在监测、管理上也顾不过来,容易出现漏洞。集中处置是危险废物安全、无害化处理处置的发展方向。就危险废物污染环境的现状看,集中处置已迫在眉睫。

(2)对策:第一,根据国家的法律政策,进一步加强地方性相关法规、部门规章的制定,从法律和规章的层面规范企业对危险废物的处置。第二,加大对危险废物集中处置要求及安全无害化处置重要性的宣传力度,提高产废企业遵守法规、规章的自觉性及社会公众参与危险废物的安全无害化处理处置的积极性。第三,在处理固废方面目前存在比较大的管理真空,大众的环保意识较薄弱。因此应加强教育,普遍提高公众的环保意识、道德观念,摈弃随便丢抛垃圾的千年陋习。第四,完善全过程管理的机制,建立起一套从产生、收集、贮存、运输、利用、处置全过程的行之有效的管理模式,提高危险废物管理的可操作性。第五,强化执法力度,严格执行危险废物的排污申报登记、转移联单管理、许可证管理、行政代执行等制度,执法要严,打击要狠,杜绝企业存在侥幸心理,提高企业集中处置的自觉性。第六,提高服务意识,切实做到无害化处置。作为集中处置的资质公司,应提高服务意识,建立服务承诺制,公开流程,制作通俗易懂的宣传说明栏,培养为人民服务的岗位风气,使企业放心、安心地将危险废物运交处置场集中处置。

危险废物污染控制目标:在一些重点城市建设一批危险废物处置设施,提高危险废物处置率,并实现重点行业危险废物的零排放。

危险废物申报登记:凡产生危险废物的企事业单位,都必须对所产生的危险废物进行申报登记。我国自 1992 年对全国 17 个城市进行危险废物申报登记试点以来,于 1994 年在全国范围内开展了申报登记,到 1996 年完成。申报登记内容包括,47 类危险废物的产生,废物来源以及利用、贮存、处置等。每年还进行了动态申报。

危险废物转移联单制:为了防止危险废物转移造成环境污染,转移危险废物的企事业单位必须按照国家有关规定填写危险废物转移联单,并向危险废物移出地的县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门报告。

危险废物经营许可证制度：凡从事收集、贮存、运输危险废物经营活动的单位，必须向县级以上人民政府环境保护行政主管部门申请领取经营许可证。

三、废物进口的环境管理

为了防止披着各种冠冕堂皇名义的固体废物（所谓的“洋垃圾”），特别是危险废物从发达国家向发展中国家转移，污染发展中国家环境，联合国环境规划署于1989年制定了《控制危险废物越境转移及其处置巴塞尔公约》（简称《巴塞尔公约》）。我国是《巴塞尔公约》缔约国之一。国家环境保护总局是中国实施《巴塞尔公约》的主管当局和联络点。为了实施《巴塞尔公约》，保护我国环境，国家环境保护总局、外经贸部、海关总署、国家商检局、国家工商局于1996年4月1日颁布了《废物进口环境保护管理暂行规定》。

（一）国家限制进口的可用作原料的废物目录

《废物进口环境保护管理暂行规定》列出了国家限制进口的可用作原料的废物目录，共10大类，包括骨物废料、冶炼渣、木废料、废纸、纺织品废物、贱金属及其制品废碎料、废五金电器、废船、废塑料及特殊需进口的废物。凡列入名录的废物经过申请批准可以进口，未列入名录的废物一律禁止进口。

（二）废物进口审批程序

凡申请进口列入废物名录的废物的企业，必须填写废物进口申请书，并进行废物进口环境风险评价，然后经废物利用地市级环保部门初审，经省级环保部门复审同意后，报国家环保总局审批，审批同意后，发给“进口废物批准证书”。废物到港后由商检部门出具商检证明，海关凭进口废物批准证书和商检证明予以放行，凡不符合进口条件的，由海关责令退运出境。

（三）进口废物环境保护控制标准（试行）

国家环境保护总局和国家技术监督局于1996年颁布了进口废物环境保护控制标准（试行），共11项。对列入国家限制进口可用作原料的废物名录中的废物制定了控制标准，包括一般夹带物和危险废物夹带物的最高含量。

（四）实施《巴塞尔公约》

《巴塞尔公约》已召开了多次缔约国会议，通过了一系列的决议和会议文件。包括对《巴塞尔公约》的修正，制定《巴塞尔公约》所辖废物名录，制定危险废物环境无害化管理技术准则，建立危险废物区域培训和技术转让中心，打击非法转移危险废物活动，制定危险废物越境转移造成损害的责任与赔偿议定书，以及危险废物管理信息系统等。我国积极参与履行《巴塞尔公约》的各项活动，为保护发展中国家利益做出了积极的贡献。

第六节　噪声污染

一、噪声污染的定义

噪声就是人们所不需要的声音，它属于感觉污染。音乐与噪声之间从物理学的观点来看是没有差别的。噪声的污染与声音的客观物理性质和人的主观意愿有关，与人们的生活状态有关。噪声时高时低，无残留，没有污染物，不会积累，传播距离一般不太远，声的能量最后消失为空气的热能。环境噪声的污染具有局部性、区域性和无后效性，即当噪声源停止后噪声亦随之停止，污染也就立即消失。噪声可叠加和随距离衰减。

二、噪声的声学特性

为了便于对有关噪声方面的学习，先将噪声的某些声学特性作提纲式的介绍。

1. 频率

声波每秒钟振动的次数，用赫兹（Hz）表示，频率越高，声调越尖锐。

2. 声压

声音在空气中传播时，空气压力相对于大气压力的压力变化，用 P 表示，单位用帕斯卡（帕）或微巴表示。

1 帕＝1 牛顿/m^2，1 帕＝10 微巴，1 微巴＝1 达因/cm^2。

3. 声强

声音的强度，指 1 秒内通过与声音前进方向呈垂直的 1 m^2 面积上的能量称为声强，用 J 表示，单位是 w/m^2。

声强与声压的平方成正比。

$$J = P^2/\rho c$$

ρ——介质的密度，

c——声音传播的速度。

4. 声压级

声强（或声压）之比的对数，用 Lp 表示。

$$\begin{aligned} Lp &= \lg(J/J_0) \\ &= \lg[(P^2/\rho c)/(P_0^2/\rho c)] \\ &= \lg(P^2/P_0^2) \\ &= 2\lg(P/P_0)。\end{aligned}$$

P——被测声压；

P_0——基准声压，设定为 2×10^{-5}帕。

$Lp=2\lg(P/P_0)$，该式 Lp 的单位是贝尔。但贝尔的单位太大，通常用贝尔的 1/10，即分

贝作单位，此时公式改为：

$$Lp=20\lg(P/P_0)$$（单位为分贝，用 dB 表示）。

声压和声压级可以互相换算。

例：求强度为 80 dB 的噪声其相应的声压为多少？

解：根据公式

$$Lp=20\lg(P/P_0)$$

得 $$\lg(P/P_0)=Lp/20$$

即 $$\lg P-\lg P_0=Lp/20$$

将 $Lp=80$ dB 代入公式，得：

$$\begin{aligned}\lg P &= Lp/20+\lg P_0\\ &=80/20+\lg 2\times 10^{-5}\\ &=\lg 2\times 10^{-1},\end{aligned}$$

则 $P=0.2$ 帕$=2$ 微巴。

5. 噪声级

要表示噪声的强弱，必须同时考虑声压级和频率对人的作用，这种共同作用的强弱称为噪声级。

噪声级可使用噪声计测量。噪声计设有 A、B、C 三种特性网络。其中 A 网络可将声音的低频大部分滤掉，能较好地模拟人耳的听觉特性，对听觉的相关性较好。由 A 网络测出的噪声级称为 A 声级，单位 dB(A)。A 声级越高，人们越觉得吵闹，因此现大都采用 A 声级来衡量噪声的强弱。

但由于噪声的不连续性，时强时弱，这与从具有稳定声源的区域中测出的 A 声级数值极不相同。为较准确地评价噪声的强弱，1971 年国际标准化组织公布了等效连续 A 声级的概念，它的定义可以用以下的积分式表示：

$$\mathrm{Leq}=10\lg[1/(T_2-T_1)]\int_{T_1}^{T_2}10^{0.1LP}\,dt$$

T_1——噪声测量的起始时刻，

T_2——终止时刻。

该式把随时间变化的声级变换为等声能稳定的声级。

在实际测定中，每隔 5 秒读一个瞬时 A 声级，连续取 100 个或 200 个。现代的噪声仪都可以自动记录读取数据，并自动进行函数计算，使用起来十分方便。一般的噪声仪也可将读取的数据，如记录 100 个瞬间的噪声级，则采用下式计算等效连续 A 声级：

$$\mathrm{Leq}=10\lg(1/100)\sum_{i=1}^{100}10^{0.1L_i}$$

式中 L_i——等间隔时间 t 读取的噪声级（或第 i 个 A 声级）。

6. 声压级的和

80 dB 的噪声和 60 dB 的噪声相加不是等于 140 dB，因为声音是一种能量，声压级相加不是简单的代数和，而是要按能量（声压平方）相加，求合成的声压级 L_{1+2}。

因为 $$L_1=20\lg(P_1/P_0),$$

$$L_2=20\lg(P_2/P_0)$$

对数换算得

$$P_1=P_0 10^{L_1/20}$$

$$P_2=P_0 10^{L_2/20}$$

合成声压 P_{1+2}，按能量相加原则

$$(P_{1+2})^2=P_1^2+P_2^2$$

即
$$(P_{1+2})^2=P_0^2(10^{L_1/10}+10^{L_2/10})$$

则
$$(P_{1+2}/P_0)^2=10^{L_1/10}+10^{L_2/10}。$$

$$L_{1+2}=20\lg(P_{1+2}/P_0)=10\lg(P_{1+2}/P_0)^2$$

$$L_{1+2}=10\lg(10^{L_1/10}+10^{L_2/10})\quad(\mathrm{dB})$$

例：有两个噪声 $L_1=60$ dB，$L_2=60$ dB，求其合成的声压级 L_{1+2}。

解：
$$\begin{aligned}L_{1+2}&=10\lg(10^{60/10}+10^{60/10})\\&=10\lg(2\times10^{60/10})\\&=10\lg2+10\lg10^6\\&=3+60\\&=63(\mathrm{dB})\end{aligned}$$

从上式可导出：若 $L_1=L_2=L$，则

$$L_{1+2}=3+L\quad(\mathrm{dB}),$$

若 $L_1\neq L_2$，且 $L_1>L_2$，则

$$L_{1+2}=\Delta L+L_1。$$

ΔL 可查表获得(表 5-3)：

表 5-3　分贝和的增值表

声压级差 L_1-L_2(dB)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
增值 ΔL	3.0	2.5	2.1	1.8	1.5	1.2	1.0	0.8	0.6	0.5	0.4

如 $L_1=100$ dB，$L_2=98$ dB，求 L_{1+2}。

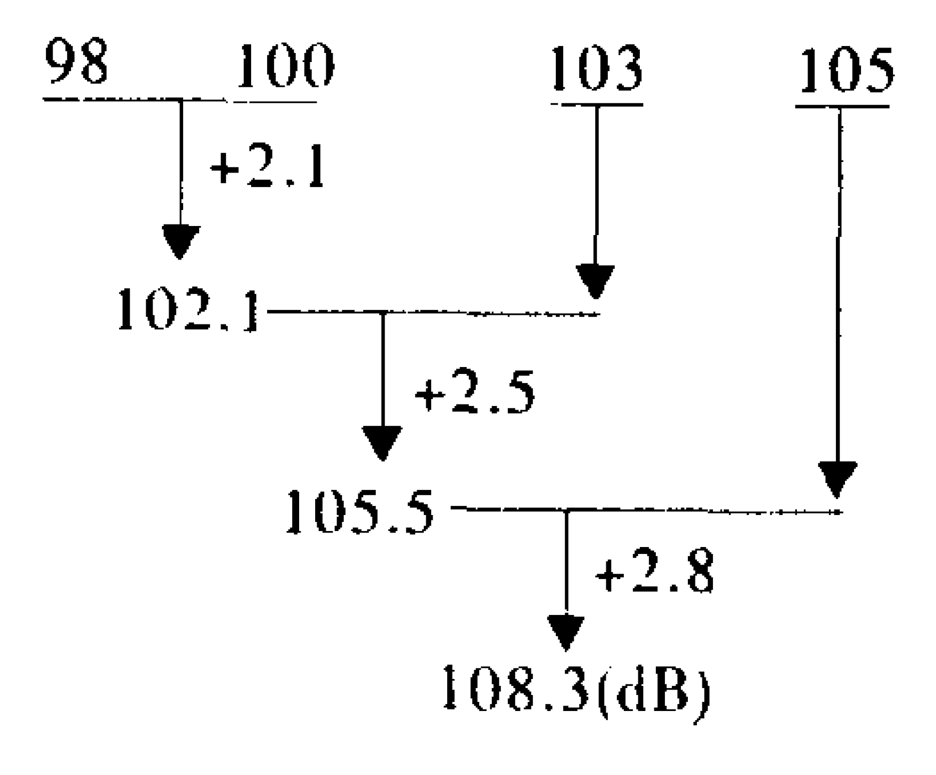
先算两个声音的分贝差，$L_1-L_2=2$ dB，查表 5-2 得 2 dB 相对应的增值 $\Delta L=2.1$ dB，将其加在分贝数大的 L_1 上，则

$$L_{1+2}=100+2.1=102.1\approx102(\mathrm{dB})。$$

如果求算两个以上的声压级叠加，其方法是先把它们从小到大顺序排列，再按顺序两两相加。

例：求强度为 103 dB、98 dB、100 dB、105 dB 四个噪声叠加后的声压级。

先从小到大顺序排列，再顺序相加：



也可以两两分别组合，以减少计算中间出现的小数位：

$$
\begin{array}{c}
98 \quad 100 \qquad 103 \quad 105 \\
\downarrow +2.1 \qquad \downarrow +2.1 \\
102.1 \qquad 107.1 \\
\downarrow +1.2 \\
108.3(\text{dB})
\end{array}
$$

计算结果是相同的。

几个声压级叠加也可由以下公式计算：

$$Leq = 10\lg\sum_{i=1}^{n}10^{0.1L_i} ,$$

结果主要由其中最大的一个来决定，其他几个较小的声压级对总声压级贡献不大，而且随声压级差值的增大，这种贡献越来越小。

7. 噪声级的平均值

一般不按算术平均值，而按以下公式计算。

$$L_m = 10\lg(1/n)\sum_{i=1}^{n}10^{0.1L_i}$$

$$= 10\lg\sum_{i=1}^{n}10^{0.1L_i} - 10\lg n$$

即把几个噪声源相加（求声压级的和），再减去 $10\lg n$。如求算 98 dB、100 dB、103 dB、105 dB 这 4 个分贝值平均，则先求 4 个的噪声级和为 108.3 dB 再减去 10lg4（≈6 dB）得 102.3 dB。

8. 噪声随传播距离的衰减

点声源随传播距离增加会引起衰减，其衰减值

$$\Delta L = 10\lg(1/4\pi r^2)$$

ΔL_1——距离增加引起的衰减值（dB），

r——点声源至受声点的距离（m）。

在距离点声源 r_2 处至 r_1 处的衰减值 $\Delta L = 20\lg(r_2/r_1)$ （dB）。

例：一点声源在距离 5 m 处为 80 dB，问多远处才能达到 60 dB 的要求？

解：$\Delta L = 80\text{ dB} - 60\text{ dB} = 20\text{ dB}$，

代入得

$$20 = 20\lg(r_2/5\text{ m})$$

$$r_2 = 50\text{ m}$$

即距离点声源 50 m 的地方噪声才能达到 60 dB。

三、噪声的产生和危害

产生的噪声主要有：交通运输噪声、工业噪声、公共活动噪声。

反复、长时间、超负荷的噪声刺激可引起人的中枢神经系统损害，表现为条件反射异常、脑血管功能紊乱、脑电位发生变化以及头痛、头晕、耳鸣等神经衰弱症状。

噪声危害累及心血管系统表现为心跳加速、心律不齐、血压升高、心排血量减少而使心肌缺血、缺氧，严重者可导致心肌梗塞。

噪声危害累及内分泌生殖系统可引起性周期紊乱、受精迟缓，并可引起染色体突变而致畸胎的发生。另外长时间生活于噪声环境中可使听力下降，甚至耳聋。

噪声除了对人体健康产生危害外，还对生产活动、科研、国防造成危害。建筑材料长期处在强噪声的环境中会产生“声疲劳”，造成材料的机械强度下降。

国外正在研制一种武器，它不用子弹、炮弹，也不用激光，而是以声波作“子弹”来杀伤敌人，这就是次声武器。频率为20～20 000 Hz之间的声波称可听声，超过20 000 Hz为超声，低于20 Hz为次声，次声武器就是一种把频率低于16 Hz的大功率次声，特别是频率低于7 Hz的次声波定向辐射作用于人体，对人体产生严重伤害，能使人肌肉痉挛，全身颤抖，呼吸困难，神经错乱。当次声强度达到一定程度时，还能造成脱水休克，失去知觉，血管破裂，内脏损伤，最后导致死亡。由于次声是人耳听不见的，所以人们称次声为“哑巴武器”。现在正在研制的次声武器大致分为两种：一种是神经型次声武器，它的振荡频率同人类大脑的阿尔法(α)节律极为相近，产生共振时，能强烈地刺激人的大脑；另一种是内脏器官型次声武器，振荡频率与人体内脏器官的固有振荡频率相当，使人的五脏六腑发生强烈共振，导致死亡。

四、噪声的防治

防治城市噪声污染的主要措施之一是认真执行《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，并执行制定的噪声管理标准。我国已制定各类别的环境噪声标准，如：城市区域环境噪声标准(GB 3096-93)、铁路边界环境噪声标准(GB 12525-12526-90)、建筑施工场界环境噪声标准(GB 12523-12524-90)、机场周围环境噪声标准(GB 9660-9661-88)、工业企业厂界环境噪声标准(GB 12348-12349-90)等。

另一措施就是布置绿化林带。对道路两侧地面进行绿化，包括树木绿化和地面绿化，不仅可以有效改善城市生态环境，而且有利于减低交通噪声。

绿化减噪主要是利用植物对声波的反射和吸收作用，植物本身是一种多孔材料，具有一定的声吸收，由于植物的吸收，可以减小声波的能量，使噪声减弱。另外，声波通过密集的植物丛时，即会因植物阻挡产生声衰减，一般松树林能使频率为1 000 Hz的声音衰减3 dB/10 m，杉树林带为2.8 dB/10 m，槐树林带为3.5 dB/10 m，30 cm高的草地为0.7 dB/10 m。绿化林带如一个半透明的屏障，在屏障后面形成“声影区”。一般针叶林防噪声的作用比阔叶林高。为充分发挥绿地减噪效果，绿地种植结构应采用乔灌草复层种植结构，使种植立面的每个层次都有茂密的树冠层。在车流量大的机动车与非机动车分车带上，种植枝叶茂密、抗性强、生长健壮的绿篱，则可以有效降低噪声对环境的影响。在条件许可的路段，可以把绿篱植物和人工声屏障相结合。

声影区就是在声源和接收点之间插入一个声屏障，假设屏障无限长，声波只能从屏障上方绕射过去，而在其后形成一个区域，就像光线被物体遮挡形成一个“阴影”那样。在这个声影区内，人们可以感到噪声明显地减弱了，这就是声屏障的减噪效果。

所谓的声屏障就是在声源和接收者之间插入一个设施，使声波传播有一个显著的附加衰减，从而减弱接收者所在的一定区域内的噪声影响。声波在传播过程中，遇到声屏障时，就会

发生反射、透射和绕射三种现象。通常我们认为屏障能够阻止直达声的传播，并使绕射声有足够的衰减，而透射声的影响可以忽略不计。因此，声屏障的主要功能是阻挡声音的传播，将大部分声能反射回去，仅使部分声能绕射过去，在屏障的后面形成一个声影区，从而使噪声降低。

声屏障主要用于铁路和公路沿线，在路和临街建筑之间，设立声屏障控制交通噪声对附近城市区域的影响。目前我国一些城市和高速公路已开始修建声屏障来控制交通噪声的污染。另外，在一些噪声敏感区，也修建了声屏障。如深圳福田红树林自然保护区邻近的公路就采用声屏障降低噪声对红树林区鸟类的影响。

第七节　微波的污染

微波与无线电波一样，同属电磁波，但波长短，频率高，能量为 $4\times10^{-4}\sim1.2\times10^{-6}$ eV(电子伏特)。高压线、变电站、电台、电视台、雷达站、电磁波发射塔、卫星通信、工业上烤烘、军事上的雷达监测和电子仪器、医疗设备、办公自动化设备和微波炉、收音机、电视机以及手机等家用电器工作时，会产生各种不同频率的电磁波，这些电磁波充斥空间，无色、无味、无形，可以穿透包括人体在内的任何物质，对人体造成污染，起着“电子烟雾”的作用，又称为“电子垃圾”。长期暴露在超过国家规定的安全的辐射剂量下的人体，体内细胞会被大面积杀伤或杀死，导致病变。

一、微波的定义及其特点

微波是一种波长很短的电磁波，其频率为 300～300 000 MHz，波长处于 1 mm 到 1 m 范围，其量子能量较低。

微波是一种高频电磁辐射。它具有频率高、频带宽、信息容量大、波长短、波束定向性和分辨率能力高等特性。频率在超过每秒 10 万次的高频电磁波才能对人体造成危害，其中尤以频率在每秒 3 亿次以上的微波对人体危害最大。

二、微波污染的来源

1. 天然污染源：大气与空气污染源(自然界的火花放电、雷电、台风、火山喷发等)、太阳电磁场源(太阳黑子活动与耀斑等活动)、宇宙电磁场源(新星爆发、宇宙射线等)。这种电磁污染除对人体、财产等产生直接的破坏外，还会在大范围内产生严重的电磁干扰，尤其是对短波通讯的干扰最为严重。

2. 人为污染源：①放电所致污染源。如电晕放电(高压输电线由于高压、大电流而引起的静电感应、电磁感应、大地泄漏电流)、辉光放电(白炽灯、高压水银灯及其他放电管)、弧光放电(开关、电气铁道、放电管的点火系统、发电机、整流装置等)、火花放电(电气设备、发动机、冷藏车、汽车等的整流器、发电机放电管、点火系统等)。②工频交变电磁场源。如大功率输电线、电气设备、电气铁道的高压、大电流。③射频辐射场源。如无线电发射机、雷达、高频加热设

备、热合机、微波干燥机、医用理疗机、治疗机等。④建筑物反射。如高层楼群及大的金属构件对微波的反射。

三、微波辐射的危害

(一)对人体健康的危害

1. 造成儿童白血病。长期处于高微波辐射的环境中,会使血液、淋巴液和细胞原生质发生改变。

2. 诱发癌症并加速人体的癌细胞增殖。微波辐射污染会影响人体的循环、免疫、生殖和代谢功能,严重的会诱发癌症,并会加速人体癌细胞增殖。

3. 影响人的生殖系统。男性精子质量降低,孕妇发生自然流产和胎儿畸形。

4. 导致儿童智力残缺。

5. 伤害中枢神经系统,引起心血管疾病。表现为心悸、失眠,部分女性经期紊乱、心动过缓、心搏血量减少、窦性心率不齐、白细胞减少、免疫功能下降。

6. 对人们的视觉系统有不良影响。眼睛属于人体对微波辐射的敏感器官,过高的微波辐射会造成视力下降,引起白内障。

高剂量的微波辐射还会影响和破坏人体原有的生物电流和生物磁场,使人体内原有的电磁场发生异常。老人、儿童、孕妇属于对微波辐射的敏感人群。

(二)微波辐射危害人体的机理

微波对人体造成伤害主要是微波照射人体时,极易被人体吸收,导致人体内部的分子运动加剧而产生大量的热量,使人体内部各器官的热平衡失调,影响神经中枢和心脏的健康。另一种是非热量原因,即微波辐射对细胞造成的畸变作用。微波对人体的危害取决于微波的波长、强度、接触时间的长短以及人与微波源的距离。一般来说,强度低、接触时间短、距离远对人体没有危害,但强度高、接触时间长可引起中枢神经和自主神经系统的功能障碍。

(三)微波的其他危害

电磁波除威胁人类健康和破坏生态环境外,还会造成医疗、电子仪器设备操作失常、电信号传输失误、自动控制系统失效、无线电接收系统损坏等危害,甚至可能造成错误引燃、引爆等严重事故。

四、微波辐射的防护

微波的防护主要是减少微波的漏出和促进微波的吸收。微波源要尽量密闭,调试微波机的小室四周上下应敷设微波吸收材料。微波发射有方向性,工作点应置于微波流最小的正后方,必要时可穿戴微波防护服。

家居内防护微波辐射要做到:

(1)注意室内办公和家用电器的安排,不要集中摆放。特别是一些易产生电磁波的家用电器,如收音机、电视机、电脑、电冰箱等,不要集中摆放在卧室里。

(2)注意使用办公和家用电器时间,各种电器、办公设备、移动电话尽量避免长时间操作,同时避免多种办公和家用电器同时启用。

(3)保持人体与办公和家用电器的距离,彩电的距离应在 4～5 m,日光灯距离应在 2～3 m,微波炉开启之后离开至少 1 m 远。

(4)生活和工作在高压线、变电站、电台、电视台、雷达站、电磁波发射塔附近的人员,经常使用电子仪器、医疗设备、办公自动化设备的人员,生活在现代电器自动化环境中的工作人员,佩带心脏起搏器的患者,生活在上述环境里的孕妇、儿童、老人及病患者等五种人员,要特别注意微波辐射污染的环境指数。如果室内环境电磁波污染比较高,必须采取相应的措施,或请有关部门帮助解决。

对手机这种间断性对人头部局部辐射影响的大小问题至今尚存在一些争论,但这种影响肯定是存在的。可尝试以下防护办法:①手机接通的最初 7 秒,最好不要马上贴耳接听,因为此时微波辐射最大;②使用分离耳机和分离话筒,会大大降低头部受到的微波辐射;③在信号不好的地方使用手机,拉出天线可以改善通话质量,手机在较低的功率水平上工作时,微波辐射强度低;④身边如有其他电话可以使用,就不要使用手机;⑤尽量减少通话时间,如一次通话的确需要较长时间,不妨分成两三次通话。美国科学家曾发现手提移动电话辐射使鸡的胚胎畸形,现在一些科学家已经大幅度减少使用手机。

为了正确认识、科学防护微波辐射,国内外都制定了微波辐射的相关标准。

(1)国外标准

建立微波辐射功率密度和场强的安全标准是防止微波危害的基础性工作。目前,具有代表性的和参照执行的标准是美国国家标准(ANSI.C85. 1－1974)和前苏联国家标准(TOCT12. 1. 006－1976)。

(2)国内标准

近年来国家对控制微波辐射先后制定了一些相应的标准。1988 年 3 月 11 日,国家环境保护局发布了《微波辐射保护规定》,规定了中微波辐射的保护限值范围为 100 kHz～300 GHz。1989 年《作业场所微波辐射卫生标准》被正式批准为国家标准,限值是 0. 4 mV/cm^2。1989 年批准的《环境电磁波卫生标准》提出了电磁波辐射污染的二级容许限值:一级标准为安全环境,在这种环境下长期居住、工作和生活的一切人群(包括婴儿、孕妇和老弱病残者)的健康不受任何影响;二级标准为中间环境,长期居住生活在这种地区的人群,可能会产生潜在性不良反应,要加以限制;超过二级标准以上的环境,会给人体带来有害影响,周边环境只可以用作绿地和种植农作物。

2001 年 9 月 29 日,国家质量监督检验检疫总局组织有关部门的专家制定了《微波辐射暴露限值和测量方法》强制性国家标准,目前已提出标准征求意见稿,正向有关部门征求意见。该标准规定了电磁波作业人员和公众在电磁波照射下可接受的暴露限值和测量方法,其中包括了像使用手机这样的局部照射情况下的微波辐射限值。该标准的推出将规范微波辐射设备的使用,限制无用电磁信号的发射,保护环境和公众的健康。

(3)地方标准

为了防治日益突出的微波辐射污染问题,一些地方的相关部门也制定了自己的标准。2002 年 2 月北京市环保局印发了《北京市移动通信建设项目环境保护管理规定》(试行)的通知,对建设无线通信台(站)作出更详细的管理规定,这是我国第一部针对移动通信电磁污染的地方性行业规定。

继大气污染、水污染和噪声污染之后，电磁辐射已成为“第四污染源”。国家环保部门已决定，建立重点污染源档案和数据库，建立健全有关微波辐射建设项目的审批制度，使电磁污染源远离稠密居民区，把电磁污染管理纳入日常环保工作轨道。

电磁波也如同大气和水资源一样，只有当人们规划、使用不当时才会造成危害。一定量的辐射对人体是有益的，医疗上的烤电、理疗等方法都是利用适量电磁波来达到治病健身的目的，因此对于微波污染要做到正确认识，科学防护。

第八节 噪光的污染

一、噪光污染的概念

近年来，环境污染日益加剧。无数悲剧的发生，让人们越来越懂得环境对人类生存健康的重要性。人们关注水污染、大气污染、噪声污染等，并采取措施大力整治，但对噪光污染却重视不够。其后果就是各种眼疾，特别是近视比率迅速攀升。据统计，我国高中生近视率达60%以上，居世界第2位。借用“噪声”的叫法，人们把那些对视觉、对人体有害的光叫“噪光”。

光是一种电磁波，具有能量，能把物体分子激活，使光波转化为化学能。光的颜色由光的频率决定，频率越高，光子的能量越大。因此，不同色光具有不同的能量和热量，照到人眼之后，除了刺激眼睛视网膜上的感光细胞产生视觉外，还会刺激脑垂体及大脑中的一些部位，从而产生影响人的感觉及生理状态的激素。

二、噪光污染的分类

噪光污染是现代大城市中一种新的环境污染，也是一种感觉污染。国际上一般将它分成3类，即白亮污染、人工白昼和彩光污染。

(一)白亮污染

1. 玻璃幕墙

玻璃幕墙的光污染是指高层建筑的幕墙上采用了涂膜玻璃或镀膜玻璃，当直射日光和天空光照射到玻璃表面上时，由于玻璃的镜面反射(即正反射)而产生的反射眩光。这些亮光反射系统比绿地、森林以及毛面砖石装修建筑物大10倍以上，大大超过了人眼所能承受的范围。长时间在白色光亮污染环境下工作和生活的人，视网膜和虹膜都会受到程度不同的损害，还会导致类似神经衰弱的症状。玻璃幕墙光污染产生的条件是：使用了大面积高反射率镀膜玻璃(包括镜面玻璃、磨光花岗岩、大理石贴面、钢化玻璃、不锈钢包装)，在特定方向和特定时间下产生，光污染的程度与玻璃幕墙的方向、位置及高度有密切关系。

镜面建筑物的光污染除了对人的视觉造成直接危害外，还会形成一些间接的危害。如突然反射的耀眼光芒会成为制造意外交通事故的凶手；建在居民小区附近的玻璃幕墙，会对周围

的建筑形成反光，从而影响周围的光环境；夏日将阳光反射到居室中，强烈的刺目光线最易破坏室内原有的良好气氛，也使室温平均升高 4～6 ℃。

时尚、亮丽、通透的玻璃幕墙，是高档建筑物特有的表征，但其带来的光污染也成为人们投诉的焦点。厦门市 1999 年曾出台《厦门市建筑外墙装饰管理暂行规定》，其中规定：对周围环境会产生光照污染的玻璃幕墙或金属幕墙，应采用低辐射率镀膜玻璃或非抛光金属板，不得采用镜面玻璃或抛光金属板等材料。这条规定对玻璃幕墙的采用已有所约束，但实际效果却不尽如人意。2005 年厦门市住在相邻某大厦的居民就反映，该大厦浅金色玻璃幕墙反射强烈，邻近住户们一看到幕墙眼睛就发痛，在阳台洗衣服都不敢抬头。其原因是，目前在建设方案施工图审查时，由于缺少具体的可操作细则，审图部门比较重视的是结构性、安全性问题，对光污染考虑得十分有限。因此应尽快出台一些相应的配套措施，通过一些具体的技术标准来评定是否造成光污染，才能在施工图审查时进行把关。

2. 室内白光

现代的装修常创造四白落地的气氛，一般白粉墙的光反射系数为 69%～80%，镜面玻璃的光反射系数为 82%～88%，特别光滑的粉墙和洁白的书簿纸张的光反射系数高达 90%，比草地、森林或毛面装饰物面高 10 倍左右，这个数值大大超过了人体所能承受的生理适应范围，构成了现代新的污染源。此外，长期在日光灯下阅读，影响视力；长时间看电视或操作电脑也有损健康。

在光污染中，人体受害首当其冲的则是直接接触光源的眼睛，光污染导致视疲劳和视力急剧下降。长时间在白亮污染环境下工作和生活的人，眼睛的角膜和虹膜都会受到不同程度的损害，易导致视力下降，白内障的发病率升高等。室内白光还使人产生头昏目眩，失眠心悸，食欲下降，情绪低落等类似神经衰弱的症状。

（二）人工白昼

夜幕降临后，商场、酒店上的广告灯、霓虹灯闪烁夺目。有些强光束甚至直冲云霄，使得夜晚如同白天一样，即所谓人工白昼。夜景灯光在使城市变美的同时也给都市人的生活带来一些不利影响。在这样的“不夜城”里，上空不见了星辰；灯光给人们带来的隐性污染一般很少被人察觉，但危害是存在的。

全球有 2/3 地区的居民看不到星光灿烂的夜空，尤其在西欧和美国，高达 99%的居民看不到星空。在欧美和日本，光污染的问题早已引起人们的关注，美国还成立了“国际黑暗夜空协会”，专门与光污染做斗争。

刺目的灯光让人紧张，人工白昼使人难以入睡，扰乱人体正常的生物钟，导致白天工作效率低下。人工白昼还会伤害鸟类和昆虫，强光可能破坏昆虫在夜间的正常繁殖过程，许多依靠昆虫授粉的植物也将受到不同程度的影响，从而影响生态系统的初级生产力。

近几年我国城市的“夜景观”建设发展十分迅速。让城市亮起来、美起来在总体上是值得肯定的，但从能源和环境等方面考虑，城市亮起来的同时就伴随着光污染，而“只追求亮、越亮越好”的做法更是会带来难以预计的危害。

夜景观建设也必须适度，否则效果会适得其反。夜间灯光的主要功能是照明，其次是美化。照明有一定的光线强度即可，过亮会干扰车辆和行人，同时，不适当的灯光设置对交通的危害更大，事故发生率会随之而增加。美化夜景需要柔和温馨的灯光，如果太过刺激，让人们感觉不适，就达不到美化的效果。

(三)彩光污染

华灯溢彩,霓虹闪烁。舞厅、夜总会安装的黑光灯、旋转灯、荧光灯以及闪烁的彩色光源构成了彩光污染。这种闪烁的灯光,对人的眼睛是有害的。歌舞厅中的黑光灯可产生波长为250~320 nm 的紫外线,其强度大大高于阳光中的紫外线。人体如长期受到这种黑光照射,有可能诱发鼻出血、脱牙甚至皮肤癌。

如果人长时间在时明时暗的光线下活动,会造成感光细胞及瞳孔括约肌频繁地缩小、开大,大脑也随之兴奋、抑制。细胞组织便会因疲劳过度而使人感到眼睛干涩,眼眶胀痛、视物昏花、头昏、头痛、失眠等,严重时可使眼结膜充血,甚至出现恶心呕吐等症状。旋转活动灯及五光十色的霓虹灯彩色光源,耀眼刺目的强光波,使人眼花缭乱,不仅对眼睛不利,而且彩光能对人产生心理压力,可干扰大脑中枢神经,使人出现头晕、头痛,站立不稳、注意力不集中、食欲下降、烦躁、失眠等“光害综合症”症状。

歌舞厅中的光污染危害让人触目惊心,据有关卫生部门对数十个歌舞厅激光设备所做的调查和测定表明,绝大多数歌舞厅的激光辐射压已超过极限值。这种高密集的热性光束通过眼睛晶状体聚集后再集中于视网膜上,焦点温度可高达 70 ℃以上,对眼睛和脑神经十分有害。

除了上述类型外,一般还可分出其他光污染:①过量的紫外线、红外线照射理疗,可使人皮肤出现红斑、血压降低、头晕耳鸣,引发白内障和皮肤癌等疾病;②激光是一类特殊的光污染。

三、噪光污染的防护

(一)内环境要求

1. 注意室内灯光布置。
2. 在建筑装修中,应采用反光系数极小的材料。
3. 加强对激光的管理,采取必要的防护措施。
4. 搞好个人防护。

(二)外环境要求

1. 要建立健全法律法规,采取综合治理措施,城市规划建设中立足生态环境的协调统一。

天津市 1999 年颁布了《城市夜景照明技术规范》,这是我国第一个有关夜景照明的技术规范。北京市在夜景建设中曾有一个《城市夜景照明工程评比标准》,但衡量光污染的方面只有简单的项目。专家呼吁,城市夜景建设中缺乏科学性和规范化的局面亟待改变。

近年来,我国对幕墙建筑的问题也给予了高度重视,1996 年起建设部关于幕墙工程技术规范、加强建筑幕墙工程管理的暂行规定等法规相继出台,使控制幕墙工程质量有了法规依据。各地根据自己的实际情况,也采取了一些相应的可行措施。广州市的幕墙玻璃安装执行的新标准可以作为借鉴,根据新标准的规范要求,广州市内区域要严格遵循以下规定:

(1)在城市主干道、立交桥、高架路两侧的建筑物 20 m 以下,其余路段 10 m 以下不宜设置玻璃幕墙的部位如使用玻璃幕墙,应采用反射比小于 0.16 的低反射玻璃。

(2)居住区内应限制设置玻璃幕墙。

(3)历史文化名城中划定的历史街区、风景名胜区内应慎用玻璃幕墙。

(4)在T型路口正对直线路段处不应设置玻璃幕墙，在十字路口或多路交叉路口不宜设置玻璃幕墙。

(5)道路两侧玻璃幕墙设计成凹形弧面，南北向玻璃幕墙向后倾斜时应避免反射光进入行人和驾驶员视场内。

国家建设部于2005年7月1日起颁布实施《公共建筑节能设计标准》，其中最引人关注的是，公共建筑将不得再建整面玻璃幕墙。除了噪光的原因之外，玻璃幕墙还吸收太多的热量，安装大量玻璃幕墙的写字楼很多还没到夏季就早早打开了空调，造成了能源浪费。

2.对广告牌和霓虹灯应加以控制和科学管理。

3.建筑物和娱乐场所周围，要多植树、栽花、种草和增加水面，以便改善光环境。

4.注意减少大功率强光源。

第九节　乡镇企业对环境的污染

乡镇企业，是指农村集体经济组织或者以农民投资为主，在乡镇(包括所辖村)举办的承担支援农业义务的各类企业。一般包括农业企业、工业企业、建筑业、运输业及商业服务业。

乡镇企业在县域经济中发挥着重要的作用，它是乡镇的主要税源、财源，推进着农业产业化发展。乡镇企业的发展对繁荣农村经济，缩小城镇差别，解决农村剩余劳动力，以及调整农村产业结构和生产布局等都具有深远的意义。同时它促进了广大人民群众的思想解放，促进了农村文化教育、卫生、体育等各项事业的发展，培养了一大批企业经营管理人员，造就了农村科技人才队伍，提高了农民素质。因此从国家“六五”计划期间开始，全国乡镇企业有了蓬勃发展，目前已经在农村经济中乃至全国国民经济中占有很重要的地位，成为国家新增的一个重要财源，是县域国民经济的重要支柱。

2003年上半年统计的数据表明全国乡镇企业发展迅速。据统计，1—6月份全国乡镇企业累计实现增加值17 498亿元。其中工业增加值13 069亿元，营业收入72 720亿元，出口交货值6 209亿元，实现利润4 064亿元，上交税金1 488亿元，支付职工工资4 077亿元，工业产品销售率为94.97%。

但是由于科学文化知识、经济发展水平和认识等方面的原因，乡镇企业给环境带来的污染及其生态后果已成为当前农村乡镇发展的一个突出问题，如不及早采取有力措施，防患于未然，就有可能破坏农村乡镇生态平衡和生态环境，阻碍城乡经济发展，反过来对城市造成更大的环境影响。

乡镇企业与国有大、中型企业相比有如下一些特点更易造成污染：

(1)数量多：乡镇企业普遍规模小，数量多，遍布全国各地，大量的乡镇企业与弱小的管理能力相比，难以做到科学管理、监督、监测和有效的管理程度。有时往往盲目生产，造成生产力过剩。

(2)发展快：乡镇企业近年来呈指数曲线增长，产值越高，就意味着能源、水源、原料损耗越大。同时，“三废”排放就相应越多。

(3)分布散：乡镇企业一般事先都未进行合理布局规划，分布散乱，污染源遍布四处。分布

散有利于利用环境的自净能力，通过合理的自然净化减少人工处理费用，但分布均匀结果就分不出上下风向和水源的上下游，很难制定区域环境功能分区；由于分散，也不便于管理和集中治理。

(4)规模小：由于资金少，技术条件差，其万元产值或单位产品的能耗、水耗和原材料消耗一般比国有企业的更大，其排污系数也相应增加。

(5)行业杂：我国乡镇企业涉及的行业很多，农、建、商、交等国民经济中有的行业，乡镇企业几乎都有；有些国有企业没有的，乡镇企业也有。行业杂还体现在其生产的产品种类繁多，因此排放的污染物种类也相应的很多，污染及危害的情况也就复杂。如机械行业存在噪声及电镀废水污染；建筑行业存在占用良田，破坏植被景观及石棉尘、水泥粉尘和砖瓦窑含氟废气的污染等。一些城市的污染大户也化整为零，把污染较大的车间转化成乡镇企业的小厂，作为配套，转嫁污染。

(6)变化大：乡镇企业的产品经常转向，现在受市场经济影响，三废数量、种类危害也常发生变化，给统计、监测和治理带来很大困难。

(7)工艺和设备落后：从整体上来说，乡镇企业工艺、技术水平不高，技术设备较陈旧，能耗和物耗较大，普遍缺乏“三废”处理设施，有的工艺和设备只有20世纪五六十年代的水平，甚至是淘汰的设备。劳保、环保设施很不健全，有的根本没有。

(8)人员环保知识缺乏：往往是厂长兼技术员，兼“环保科长”，环保机构不健全，或根本没有，这些人更不可能有专门的环保知识和专职的环保事务。

(9)对农业环境影响大：乡镇企业多分布于农村，其“三废”直接排入农业环境，因此对农业环境的影响很大。农村的农田、土壤、植被、水源、湖泊、大气、农作物、农畜产品等以及农村居民，成为乡镇企业“三废”污染最直接、最严重的受害者。

了解这几个特点，有助于我们采取针对性的环境对策。

据测算，全国乡镇企业的排放三废量相当惊人。我国1991年完成了全国首次污染源调查，表明乡镇工业污染一向占全国一半；化学需氧量、工业粉尘、工业固体废物排放量逐年上升；烟尘和SO_2排放最大的行业是砖瓦(机砖厂)和陶瓷，分别占67.4%和56.7%，粉尘排放量最大的行业是水泥行业，占总量的78.5%；造纸废水占43.7%。

乡镇企业所带来的环境问题和乡镇企业的发展问题，已引起了各地区各部门和环保专业工作者的重视。国家对乡镇企业的发展和乡镇企业的环境保护问题非常重视。国务院环委会多次召开会议、讨论并指示要把“相当大的一部分注意力放到防止乡镇企业的污染上来”，并且发布了《关于加强街道、乡镇企业环境管理的规定》及《全国乡镇企业环境管理条例》等。

1997年开始施行的《中华人民共和国乡镇企业法》第三十五条指出：乡镇企业必须遵守环境保护的法律、法规，按照国家产业政策，在当地人民政府的统一指导下采取措施，积极发展无污染、少污染和低资源消耗的企业，切实防治环境污染和生态破坏，保护和改善环境。地方人民政府应当制定和实施乡镇企业环境保护规划，提高乡镇企业防治污染的能力。第三十六条指出：乡镇企业建设对环境有影响的项目，必须严格执行环境影响评价制度。乡镇企业建设项目中防治污染的设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。防治污染的设施必须经环境保护行政主管部门验收合格后，该建设项目方可投入生产或者使用。乡镇企业不得采用或者使用国家明令禁止的严重污染环境的生产工艺和设备；不得生产和经营国家明令禁止的严重污染环境的产品。排放污染物超过国家或者地方规定标准，严重污染环境的，必须限期治理，逾期未完成治理任务的，依法关闭、停产或者转产。

由于农村生态环境条件的脆弱性，尤其是农村水环境容量极为有限，乡镇企业的发展，直接导致了农村环境的严重污染。当然，这种状况，就全国而言，具有明显的地区、类型及阶段的差异性。乡镇企业环境保护工作是一个新课题，经过几年努力虽已取得一定成绩，但还存在不少问题。尤其是法制上还不尽健全，领导干部只抓生产，不注意环保，因此还有大量艰巨的工作要做。

第十节　城市生态环境问题

城市是人类为着某种政治、经济和军事目的而集聚的结果，是一个复杂的地域综合体。到20世纪末，全世界已有40%以上的人口住在城市和城镇。

城市集中的人群、集中的交通和工业，城市中大量的物质代谢所产生的“三废”污染，已经成为现代大城市环境问题的焦点。

城市人类活动对城郊、区域及全球生态系统的影响已成为各国政府面临的一项重大政治议题。旧城改造、新区开发、工矿发展及重大工程建设中的人口、资源、环境(污染)关系及其可持续发展需求向科学界尤其是生态学界、环境科学界提出了挑战。

一、城市的产生和发展

世界上城市已有5 000多年历史。公元前2000年时的古罗马，我国3 000多年前的商都，还有被考古界公认的我国最早的城市坐落在山东省日照市五莲县丹土村，距今有4 000多年的历史，都是世界上最早的城市之一。

2002年7月安徽省文物考古研究所的专家向记者披露了一个重大考古发现：正在发掘的含山凌家滩原始部落遗址是我国最早的城市遗址，这表明我国早在5 500年前就出现了城市，从而使我国城市的历史又向前推进了1000多年。凌家滩遗址位于长江、淮河之间的巢湖流域。据考古专家描绘，现在被大片庄稼覆盖的凌家滩在远古时期是一座繁华、热闹的城市，养殖业、畜牧业、手工业初步形成规模。这一惊人的发现意味着我国城市文明的起源远远早于人们过去所作的估计。专家认为，凌家滩古城展现出的失落久远的灿烂文明，将使中华民族文明史由“上下五千年”延伸到七、八千年甚至上万年。

从1800年起，世界城市人口占总人口的百分比大约每50年翻一番。1997年国家统计局公布了我国至1996年底建制城市已达666个，城市人口总数为5.151 1亿人，非农业人口200万人以上的超大城市11个，100～200万人口的特大城市23个。到2000年我国城市已达800个(包括县级市)。

急剧的人口膨胀，使城市的生态关系扭曲，使一些城市变得“灰蒙蒙、雾茫茫、密匝匝、闹哄

哄”。城市是人类生产和生活的集中场所，利用和消耗着大量的能源和资源，伴随着产生了大量的“三废”污染物，从而使环境受到严重的污染，使生态受到严重的破坏，其内容和形式也是多种多样的。有关城市的环境问题包括城市的污染问题、城市的交通问题以及城市居住环境问题。而后两者与城市的环境污染问题是互为因果的。关于污染问题，本章的前几节已经有详细的介绍，下面主要是从生态学的角度来探讨解决城市生态环境问题的途径。

二、城市生态系统的结构与功能

城市的气候、植被、土壤、水文、能源，以及废物管理、土地利用规划、交通、住房、基础设施、政策、管理中的生态学问题及方法与农村有很大差别，与自然生态系统更是截然不同。城市环境问题归根结底也只能应用生态学的基本原理来解决，因此必须从城市的社会—经济—自然复合生态系统来辨识城市的生态环境问题。

(一)城市生态系统的结构

城市生态系统是一个社会—经济—自然复合生态系统，可分为 3 个亚系统，各个亚系统又可分为不同层次的子系统，彼此互为环境。

1. 社会生态亚系统

它是以人口为中心，包括常住人口、流动人口等。该系统以满足本市居民的就业、居住、交通、供应、文娱、医疗、教育及生活条件等需求为目标，为经济系统提供劳力和智力，它以高密度的人口和高强度的生活消费为特征。

2. 经济生态亚系统

以资源(能源、物资、信息、资金)流动为核心，是城市的命脉和支柱。

3. 自然生态亚系统

(1)物理结构

①自然环境

a. 地貌：城市景观的重要组成部分，对城市结构和空间形态产生着不同影响。如重庆是山城风格，厦门是海湾型风格。

b. 气候：城市人口高度集中，建筑物稠密，自然地表被水泥、柏油、砖石等人工表面所替代，加之密集的生产和生活活动所散发的巨额热量及污染物(如尘罩)，使城市小气候与周围农村有很大差别。最突出的表现是“热岛效应”(或称“城市热岛”)。

所谓城市热岛效应(Urban heat island effect)，是指城市中的年平均气温明显高于外围郊区的现象。“热岛效应”事实上是城市化进程中的副产品。在近地面温度图上，郊区气温变化很小，而城区则是一个高温区，就像突出海面的岛屿，由于这种“岛屿”代表高温的城市区域，所以又被形象地称为“城市热岛”。城市热岛效应使城市年平均气温比郊区高出 1 度甚至更多。夏季，城市局部地区的气温有时比郊区高出 6 度以上。此外，城市密集高大的建筑物阻碍气流通行，使城市风速减小。由于城市热岛效应，城市与郊区形成了一个昼夜相反的热力环流。

形成城市热岛效应主要有以下几个方面的原因：

一是城区人口增长迅速，导致能源消耗增长较快。能源的使用量剧增，释放到大气中的热量也随之增高。城市的现代生活制造出巨大热量，工业生产的昼夜运转，家庭炉灶的明火烹饪，这些固定的热源每天排放的废气热量就占了全天热能的 66.6%，稠密人口释放出的生物

热量占1%左右，种种热源像火炉一样直接烘烤大气。

二是人工不透水铺面和大吸热表面积的增加。柏油路面能够吸收80%以上的热量，柏油马路上的滚滚车轮这些移动热源每天也释放着33.1%的热量，尤其是中午，马路表面的温度比百叶箱气温高出17.4 ℃。随着城区面积不断扩大，道路不断拓宽，高楼大厦拔地而起，使自然植物生长的被覆面相对减少，地面的保水能力下降，调节气候的作用相应减弱，使市区"热岛效应"和干燥化的倾向更加严重。

三是人工排水系统不甚合理。城区内雨水、生活用水绝大部分是由人工排水系统迅速排放至排洪沟，再由排洪沟排放到大海或河流，从根本上阻止了水在市区环境内的渗透、保存，对缓解"热岛效应"产生不利影响。

四是建筑物的无序排列使通风量和风速越来越小。高大的建筑群和凌乱的居民住房影响了通风量，使城里风速越来越小，市区内静风频率进一步升高，储热进一步增大。此外，大型建筑和汽车增加了空气中的热量，建筑物对太阳光能的反射，特别一些大楼全玻璃幕墙设计等又极易形成热公害的恶性循环。

五是城市大气污染增加。大量的氮氧化物、二氧化碳、煤灰、粉尘和气溶胶微粒等有害物，改变了城市大气的成分，使其对某些辐射波段有着强烈的吸收，增大了城市大气的吸热能力，形成一个"罩子"，使地面反射的长波热辐射又以逆辐射的形式返回大地，热量不易扩散，致使城区温度升高。

六是城区绿化率呈下降趋势。近年来城区绿化程度呈下降趋势，"热岛效应"严重的区域，是"钢筋混凝土森林"最集中的区域，也是绿化率最低的区域。总体而言城区绿化面积不足，而且分布不均。

七是湿地、水域面积锐减。绿色植物和水面本是维持生态平衡的关键性因素，但近年来城区一些地方盲目填湖建楼或铺路，使城市湿地、水域面积锐减严重，调节温度的功能不断削弱，使城区生态环境变得十分脆弱，难以缓解夏季的"热岛效应"。

此外，由于汽车拥有量的逐年增加和夏季空调的大面积使用，向城区排出大量热量，直接导致局部城区温度升高。

c. 水文：人工地表的不透水性面积加大，增加了地表径流、减少了地下水的补给，降低水位和流量。

d. 土壤：早先的大批肥沃农田置于人工地表之下，裸露土壤剩下不多，其物理、化学性质发生了重大变化，土壤多为失去表土的心土，团粒结构差、pH值与微生物区系和自然状态下的环境相比都有较大差异。

e. 大气：空气污染。在本章第二节已有详细讨论。

②人工环境：适应城市的生产设施：如厂房、仓库等；生活设施：如住宅、商店、医院、学校、公园等；基础设施：如热、电、水、气供应设施等；交通设施：道路、水、陆、空运输等。

(2)生物结构

生物在城市生态系统中已让位于人，人在生物结构中起主导作用。其他生物方面也与农村生态系统不同，如植物主要是绿地、草坪、树木、花卉，而不是庄稼作物。

(二)城市生态系统结构的特点

1. 人是城市生态系统的主体，是主要消费者。城市最大的特点是人口密度高(单位面积上人口的数量称为人口密度)。

2. 生产者数量稀缺、作用改变。由于地面几乎全部都被道路和房屋所覆盖，留作绿地的植物产量，远远不能满足本地区内消费者的需要，而且绿色植物不以向城市居民提供食物为主要作用。在自然生态系统中，生产者的生物量和生物个体数目都比消费者的生物量和生物个体数多，用图表示会呈现一个底大（生产者多），上部渐小（各级生产者逐级减小）的“三角形”图。消费者可完全依靠生产者生产的有机物生活。而城市生态系统的结构不同于自然生态系统也不同于农业生态系统，用图表示则呈现一个畸形（倒三角形）的生物群落组成，下部（生产者）小，上部（消费者）大，情形刚好与上一个“三角形”图相反。

3. 分解者“异地”分解废弃物。自然生态系统中生物的残体、粪便等一般就地分解，以实现系统中能量流动和营养物质的循环。但城市环境则不然，适于分解者生存并发挥功能的环境已发生了巨大的变化，各种工业废物、生活垃圾等几乎都得输送到污水处理厂、化粪池或垃圾堆场进行处理，从而耗费大量人力和物力，而且物质循环在这里受到很大的阻碍。

4. 城市生态系统是一个开放系统。它的新陈代谢与自然生态系统完全不同。供维持系统中生命活动的能量，不是全靠来自太阳，而是必须从外部输入巨量能源。物质循环和能量流动与系统外的区域（或其他生态系统）交换数量巨大，次数频繁。城市生态系统中，人类的活动能力极强，严重地影响着生态系统的能流物流。

为了维持城市居民的正常生活和城市工业的正常生产，一方面需要直接从环境中或间接从其他城市和农村中获得物质和能量；另一方面要向环境中排泄废物，这就是城市环境的代谢。例如一个百万人口典型的城市环境代谢为：每天输入水 625 000 t、食品 2 000 t、燃料 95 000 t，同时也要输出废水 500 000 t、固废 2 000 t、大气污染物 950 t。

（三）城市生态系统的功能

1. 生产功能

有目的地组织生产和追求最大产量，为社会提供丰富的物质和信息产品是城市生态系统有别于自然生态系统的显著标志之一。

2. 生活功能

高水平地为市民提供方便的生活条件和舒适的栖息环境，满足居民的基本需求和发展需求，以及精神生活的需要。

3. 还原功能

城市有限空间内高强度的生产及生活活动从根本上改变了自然生态系统的面貌，破坏了原生态系统的自然平衡。因此要使城市和外部环境协调一致，消除和缓冲自身发展给自然造成的不良影响的能力。这种能力包括两个方面：

（1）自然净化功能：受污染的环境经过自然发生的一系列物理、化学、生物和生化过程，在一定的时间范围内能自动恢复到原来状态。包括：A. 水体自净功能；B. 大气扩散功能；C. 土地处理能力。本章的前几节已有详述。

（2）人工调节功能：上述城市的自然净化功能是脆弱而有限的，多数还原功能要靠人工创造和调节。包括：A. 城市绿地规划；B. 城市环境保护；C. 卫生保健及防灾保安等。

三、改善城市环境的途径和生态城市建设

(一)我国城市环境问题的生态学分析

从生态学观点来看,城市环境问题根源在于生态效率的低下和系统关系的不协调两方面。有如下表现:

1. 内部能流物流的滞留、低效作用:城市中各种能量不像自然生态系统一样,在食物网中得到充分循环使用,而是大多数以废物的形式滞留在某环节或流失在循环圈以外,一方面导致外部自然资源的耗竭,另一方面废弃物进入城市水体、大气和土地后污染了环境。

2. 系统关系失调:主要表现在城市布局的不合理,各子系统基本上单功能,城市发展只追求经济目标,对社会生活和环境目标却注意不够,各部分发展很不平衡。

3. 与外部资源环境承载能力不相匹配(即环境超载):我国当前许多城市由于迫切的经济发展需求,不顾资源环境条件而盲目扩展,导致水资源短缺、能源矿产短缺、交通阻塞、产品积压、环境污染等一系列严重问题。

(二)改善城市环境的途径

1. 控制人口、改变能源结构、改革工艺设备,加强水资源管理和控制“三废”排放等环保技术和措施是改善城市环境的一些有效途径。

2. 城市绿地规划

城市绿地规划主要是城市园林化。有关城市园林的作用将在第六章第三节详细讨论。

各地在城市的绿化规划中都努力按照国家园林城市的标准。该标准有详细的指标。但重点抓好以下硬指标,即:①人均绿地占有量 m^2/人;②绿化覆盖率%;③绿地结构:乔、灌、草配置,强化绿地系统功能。增加“绿量”,即在有限的土地面积上多层次地种植乔、灌、草、花,以提高叶面积指数。

叶面积指数(LAI):在单位面积上植物全生长期或某一段生长期中的总叶面积(A_L)与土地面积(A_S)之比。

例:$LAI=\frac{A_L}{A_S}=\frac{10.5\ m^2}{2.1\ m^2}=5$。

国家园林城市标准

一、组织管理(10分)

1. 认真执行国务院《城市绿化条例》;

2. 市政府领导重视城市绿化美化工作,创建活动动员有力,组织保障、政策资金落实;

3. 创建工作指导思想明确,实施措施有力;

4. 结合城市园林绿化工作实际,创造出丰富经验,对全国有示范、推动作用;

5. 城市园林绿化行政主管部门的机构完善,职能明确,行业管理到位;

6. 管理法规和制度健全、配套;

7. 执法管理落实、有效,无非法侵占绿地、破坏绿化成果的严重事件;

8. 园林绿化科研队伍和资金落实，科研成效显著。

二、规划设计（10分）

1. 城市绿地系统规划编制完成，获批准并纳入城市总体规划，严格实施规划，取得良好的生态、环境效益；

2. 城市公共绿地、居住区绿地、单位附属绿地、防护绿地、生产绿地、风景林地及道路绿化布局合理、功能健全，形成有机的完善系统；

3. 编制完成城市规划区范围内植物物种多样性保护规划；

4. 认真执行《公园设计规范》，城市园林的设计、建设、养护管理达到先进水平，景观效果好。

三、景观保护（8分）

1. 突出城市文化和民族特色，保护历史文化措施有力，效果明显，文物古迹及其所处环境得到保护；

2. 城市布局合理，建筑和谐，容貌美观；

3. 城市古树名木保护管理法规健全，古树名木保护建档立卡，责任落实，措施有力；

4. 户外广告管理规范，制度健全完善，效果明显。

四、绿化建设（30分）

（一）指标管理

1. 城市园林绿化工作成果达到全国先进水平，各项园林绿化指标近五年逐年增长；

2. 经遥感技术鉴定核实，城市绿化覆盖率、建成区绿地率、人均公共绿地面积指标，达到基本指标；

3. 各城区间的绿化指标差距逐年缩小，城市绿化覆盖率、绿地率相差在5个百分点、人均公共绿地面积差距在2 m^2 内。

（二）道路绿化

1. 城市街道绿化按道路长度普及率、达标率分别在95%和80%以上；

2. 市区干道绿化带面积不少于道路总用地面积的25%；

3. 全市形成林荫路系统，道路绿化、美化具有本地区特点。江、河、湖、海等水体沿岸绿化良好，具有特色，形成城市特有的风光带。

（三）居住区绿化

1. 新建居住小区绿化面积占总用地面积的30%以上，辟有休息活动园地，改造旧居住绿化面积也不少于总用地面积的25%；

2. 全市园林式居住区占60%以上；

3. 居住区园林绿化养护管理资金落实，措施得当，绿化种植维护落实，设施保护完整。

（四）单位绿化

1. 市内各单位重视庭院绿化美化，开展"园林式单位"评选活动，标准科学合理，制度严格，成效显著；

2. 达标单位占70%以上，先进单位占20%以上；

3.各单位和居民个人积极开展庭院、阳台、屋顶、墙面、室内绿化及认养绿地等绿化美化活动，取得良好的效果。

（五）苗圃建设

1.全市生产绿地总面积占城市建成区面积的2%以上；

2.城市各项绿化美化工程所用苗木自给率达80%以上，并且规格、质量符合城市绿化栽植工程需要；

3.园林植物引种、育种工作成绩显著，培育出一批适应当地条件的具有特性、抗性优良品种。

（六）城市全民义务植树

城市全民义务植树每年完成，植树成活率和保存率均不低于85%，尽责率在80%以上。

（七）立体绿化

垂直绿化普遍开展，积极推广屋顶绿化，景观效果好。

五、园林建设（12分）

1.城市建设精品多，标志性设施有特色，水平高；

2.城市公园绿地布局合理，分布均匀，设施齐全，维护良好，特色鲜明；

3.公园设计突出植物景观，绿化面积应占陆地总面积为的70%以上，绿化种植植物群落富有特色，维护管理良好；

4.推行按绿地生物量考核绿地质量，园林绿化水平不断提高，绿地维护管理良好；

5.城市广场建设要突出以植物造景为主，植物配置要乔灌草相结合，建筑小品、城市雕塑要突出城市特色，与周围环境协调美观，充分展示城市历史文化风貌。

六、生态建设（15分）

1.城市大环境绿化扎实开展，效果明显，形成城乡一体的优良环境，形成城市独有的独特自然、文化风貌；

2.按照城市卫生、安全、防灾、环保等要求建设防护绿地，维护管理措施落实，城市热岛效应缓解，环境效益良好；

3.城市环境综合治理工作扎实开展，效果明显；

4.生活垃圾无害化处理率达60%以上；

5.污水处理率35%以上；

6.城市大气污染指数达到二级标准，地表水环境质量标准达到三类以上；

7.城市规划区内的河、湖、渠全面整治改造，形成城市园林景观，效果显著；

七、市政建设（15分）

1.燃气普及率80%以上；

2.万人拥有公共交运车辆达10辆（标台）以上；

3.实施城市亮化工程，效果明显，城市主次干道灯光亮灯率97%以上；

4.人均拥有道路面积9 m^2 以上；

5.用水普及率98%以上；

6.水质综合合格率100%。

八、特别条款

1. 经遥感技术鉴定核实，达不到基本指标，不予验收；

2. 城市绿地系统规划未编制，或未按规定获批准纳入城市总体规划的，暂缓验收；

3. 连续发生重大破坏绿化成果的行为，暂缓验收；

4. 城市园林绿化单项工作在全国处于领先水平的，加 1 分；

5. 城市绿化覆盖率、建成区绿地率每高出 2 个百分点或人均公共绿地面积每高于 1 m^2，加 1 分，最高加 5 分；

6. 城市园林绿化基本指标最近五年逐年增加低于 0.5% 或 0.5 m^2，倒扣 1 分；

7. 城市生产绿地总面积低于城市建成区面积的 1.5% 的，倒扣 1 分；

8. 城市园林绿化行政主管部门的机构不完善，行业管理职能不到位以及管理体制未理顺的，倒扣 2 分；

9. 有严重破坏绿化成果的行为，视情况倒扣分。

国家园林城市基本指标区别了区域和城市的大小。对于大、中等和小城市人均公共绿地指标（m^2/人）岭淮撕河以南分别为 6、5，7 和 8，秦岭淮撕河以北分别为 6、6.5 和 7.5；绿地率（%）秦岭淮撕河以南分别为 30、32 和 34，秦岭淮撕河以北分别为 28、30 和 32；绿化覆盖率（%）秦岭淮撕河以南分别为 35、37 和 39，秦岭淮撕河以北分别为 33、35 和 37。

直辖市园林城区验收基本指标按中等城市执行。以下项目不列入验收范围：

1. 城市绿地系统规划编制完成，获批准并纳入城市总体规划，规划得到实施和严格管理，取得良好的生态、环境效益；

2. 城市公共绿地、居住区绿地、单位附属绿地、防护绿地、生产绿地、风景林地及道路绿化布局合理、功能健全，形成有机的完整的系统；

3. 编制完成城市规划区范围内植物物种多样性规划；

4. 城市大环境绿化扎实开展，效果明显，形成城乡一体的优良环境，形成城市独有的独特自然、文化风貌；

5. 按照城市卫生、安全、防灾、环保等要求建设防护绿地，维护管理措施落实，城市热岛效应缓解，环境效益良好。

3. 加强城市生态系统的规划与管理

（1）城市生态系统规划：利用现代系统科学和计算机的先进手段及生态学原理去重新规划、调节和改造城市各种复杂的系统关系，在城市现有的社会、经济和自然约束条件下去寻找开拓机会、扩大效益、减少风险的可行性对策。在城市发展的同时保护环境，维护城市生态的良性循环。包括：

①系统分析：进行自然条件、自然资源、环境质量状况、社会和经济发展状况的调查、辨识。

②系统管理：在调查基础上进行综合分析，运行跟踪及效果评审，提供简便易行的有效决

策系统。

(2)规划与管理的目标：

①经济目标：高效。即物质、能量、时间的高效利用，使系统经济效益和生态效益最高。

要尽量使城市生态系统中物质和能量循环再生或多重利用，如将城市生态系统中的各条“食物链”接成环，在城市废物和资源之间、内部和外部之间搭起桥梁，以提高城市的资源利用效率，减少“三废”。

②社会目标：和谐。即构建和谐社会，协调社会发展的各种冲突，达到城市生态系统各组分平衡和协调发展。

我国已经正式提出“构建社会主义和谐社会”的概念。所谓和谐社会，就是指构成社会的各个部分、各种要素处于一种相互协调的状态。按照这样的标准来衡量，所谓社会主义和谐社会，应当是各方面利益关系得到有效的协调、社会管理体制不断创新和健全、稳定有序的社会。具体说，就是一种民主法治、公平正义、诚信友爱、充满活力、安定有序、人与自然和谐相处的社会。

4.生态城市建设

生态城市建设主要考虑的是城市的生态建设问题，扩展为生态市(或生态省)建设即涵盖了农村的生态农业建设。不论其范围多大，其设计的指导思想都是保持原来的自然生态系统的功能，尽量避免对自然环境的破坏，把工业、农业、能源作为三个子系统有机结合起来，实现废弃物的闭路循环，做到农村现代化、城市园林化、农业工业化、工厂田园化。它是人类社会文明进化的必然趋势，是走可持续发展的必由之路，也是一个人与自然协调和谐的进化过程。

(1)生态城市的概念

生态城市的英文称呼可为 ecopolis、ecocity、ecoville 或 ecological city。联合国教科文组织在“人与生物圈计划”的研究过程中，提出了“生态城市”这一概念。20 世纪 80 年代以来，国际社会开展了对“未来城市”的研究，以寻求节能、高效、低污染的持续发展的人类居住形成，其中关于“生态城市”的研究占有重要地位。1990 年在美国加利弗尼亚伯克莱城召开了第 1 届国际生态城市会议，与会 12 个国家的代表介绍了生态城市建设的理论与实践。内容涉及城市社会、经济和自然资源等各个方面，并草拟了今后生态城市建设的十条计划。2000 年 4 月在巴西库里蒂巴召开的第 4 届国际生态城市会议推动了城市观念的变化。当代城市观念已由单纯的自然优美环境取向趋于更新的全面生态化，包括自然生态、社会经济生态和历史文化生态的平衡、协调发展。建设生态城市是依托现有城市，根据生态学原理，应用现代科学与技术等手段，逐步创造可持续发展的人居模式。总之，生态城市是一种理想城市的模式，是建设一种理想的人居栖境。在生态城市中，技术和自然充分融合；人的创造力和生产力得到最大限度的发挥；居民的身心健康和环境质量都得到最大限度的保护。生态城市是城市生态化发展的结果，是社会和谐、经济高效、生态良性循环的人类住区形式，是自然、城市和人融为有机整体，形成互惠共生的结构。生态城市应该是一个经济发展、社会进步、生态保护三者高度和谐，技术和自然达到充分融合，城乡环境清洁、优美、舒适，从而能最大限度地发挥人类的创造力、生产力并促使城市文明程度不断提高地稳定、协调与永续发展的自然和人工环境的复合系统。它是人类社会发展到一定阶段的产物，也是现代文明城市的象征。

(2)建设生态城市的对策

①生态规划为前提

规划是前提，建设是基础，管理是保证。城市的发展特别是城市基础设施的发展有一个从

规划设计到建设实施再到运行养护的过程，也就是通常意义上的城市规划、城市建设、城市管理三部曲。现行的城市规划偏重于城市的经济和社会发展，偏重于城市土地利用，而未将城市的生态环境发展与建设列为重要的规划内容。因此，一定程度上导致了城市规划在生态学原理方面的局限性和非适宜性。要建设好生态城市，就需要按照生态学的原理完善一个切实可行的、科学的、可持续性的生态城市建设规划，科学地规划城市的经济与生态活动，合理制定城市经济功能与生态功能、生态资源配置规模和布局，使各项城市活动从一开始就按照生态经济规律进行；并在规划指导下做到有效、有序，完善和提升现行城市经济、社会、环境结构，改善城市的生态服务功能，提高城市各系统再生能力，促使现行的城市结构、城市功能、城市管理和城市运营向生态城市全面转变。

这里所说的生态学原理就是要按照现代生态学的观点来规划生态城市建设。主要原则是：①生态系统整体的原理。生态系统是生命系统和环境系统在特定空间的组合。在生态系统中，各种生物彼此间以及生物和非生物的环境因素之间相互依存和相互制约，而且不断地进行物质循环和能量流动，通过食物链的形式组成具有统一功能的整体。每个物种在食物链中都起了特定的作用。所以，生态城市的建设规划，首先应该从整体出发，从全局出发。②遵循生态系统耗散结构的原理，城市生态系统是个开放的系统，必须从外部输入巨大的物质和能量。城市生态系统的开放性决定了系统的动态和变化，给生态系统提供了不断发展的可能。而人类的活动严重支配着系统的物流和能流，这就决定了对外开放是生态城市建设的一个重要内容。通过对外开放，可从外界源源不断地获取充足有益的物质和能量。③生态系统能量单向流动和物质循环的原理。生态系统中，能量是单向流动，层层递减，不可反复利用的。能量流动时，每经过一个营养级，能量都要剧烈的减少一次。只有当生态系统中产生的能量和消耗的能量相平衡时，生态系统的结构和功能才能保持动态平衡。而能源的利用率和利用形式直接影响着城市的污染情况。所以，在能源的使用方面，有必要重视能源向优质化转移的问题。一方面，要十分重视节约能源，开发各种节能技术，提高能源的利用率，建立资源节约型的社会生产和消费体系；另一方面，要调整能源结构，大力开发再生能源。要大力推行清洁生产，推广清洁能源。生态系统中，物质流动是个循环过程，物质可以反复地被利用。自然资源和废物之间没有不可逾越的鸿沟，它是根据其是否符合人类需要和利益划分的。运用这个原理，我们可以建立闭路循环工艺，形成"工业链"，以实现原料的综合利用；即生态城市的经济活动要组成"自然资源——产品和用品——再生资源"的循环经济流程，使一个生产过程中产生的废物或副产品成为另一个过程的原料，使废物减少到生态系统的自净能力限度范围以内，实现"零排放"。"零排放"是"变废为宝，化害为利"的体现，它要求我们调整循环运转的各个环节和途径，协调这些环节的输入、转化与输出的物质的量，使物流畅通，更多更好地发挥物质的生产潜力。

②建立职能机构和协调机制

生态城市建设是在原有城市建设的基础上新的发展，因此要理顺原有城市的规划、建设、管理几个综合部门的关系，要将城市的规划、建设、管理3个环节统筹起来进行考虑。生态城市建设的目标和政策必须渗透到市政府的计划部门、经济部门、社会发展部门和科技教育等部门之中。生态城市的建设涉及城市建设的方方面面，需要一个由市政府直接领导的统一职能部门，要改变部门分割式的机构设置格局，加强机构之间的横向联系，强化政府机构在政策导向、规划执行和宏观调控方面的作用，把与部门的经济利益和与部门、团体利益直接相关的具体运作和服务职能放到社会和市场中去。

③促进公众参与

生态城市建设是系统工程。应在充分尊重客观规律的基础上，积极发挥人的主观能动性。每个人都是环境的一部分，每个人的一言一行都在影响着周围的环境。公众最基本的行为方式，是生态城市建设得以实现的基础。所以，公众的参与被提到一个很重要的位置上。公众参与是进行生态城市建设的推动力量。这里讲的公众参与，是可持续发展的公众参与，这种参与是一种高层次、全方位的参与。公众参与包括两个方面内容：一是通过环境宣传、教育和研究，公众接受了生态城市的思想，公众意识提高了；二是公众热情地参加生态城市建设这一战略的实施。公众意识具有能动性，它对生态城市建设具有反作用。正确的公众意识能加快生态城市建设的进程，促进人与自然的协调发展；不健康的公众意识会阻碍生态城市建设的进程，引起人与自然的矛盾和对立。所以，要积极引导，以形成健康的公众意识，这样才能形成环境保护的自觉行动，唤起公众的责任感，并形成巨大的推动力。要加大加深研究生态城市建设的学科基础，包括生态学、经济学、生态经济学、管理学和哲学等。通过研究，使之成为正确引导人们行为的科学理论，并把理论和实践相结合。

④建立指标体系

生态城市建设需要建立包含经济、社会、环境、文化和管理诸方面内容一体化的综合指标体系，它可以用来明晰生态城市的内涵，评估生态城市建设的状况，为城市建设和管理的科学化、制度化提供依据。建立一个适合市情发展的参照标准体系，所制定的参照标准必须与城市经济、社会发展、生态环境保护水平和特点相适应，考虑城市发展总体的功能定位。评价标准的选者应可查、可比、可量化，并尽量选取最新数据体现当今国际现代化城市的社会、经济发展和生态建设水平。生态城市标准要从仅考核若干项城市生态环境质量综合指标，发展到涉及生物多样性保护、生态工业、农业、海洋环境、能源、交通、住区、建筑等领域，还包括与人的发展有关的各个方面。

⑤加强立法工作

要建立适应生态城市建设的法律和法规综合体系，使生态城市建设法制化、制度化，做到依法建设、依法监督、依法管理。这法律法规综合体系不仅仅是有关环保和环卫方面的法律和法规，还要有节约资源和能源、物资回收利用方面的法律和法规，以及一个有效的行政和执法制度。

5.加强和完善城市环境综合整治定量考核制度

自 1989 年以来，国家环境保护总局已逐年对全国直辖市、省会城市和重点旅游城市共 46 个城市进行了城市环境综合整治定量考核，每年公布考核结果。城市环境综合整治定量考核制度是一项主要的环境管理制度，1996 年《国务院关于环境保护若干问题的决定》中明确：“地方各级人民政府对本辖区环境质量负责，实行环境质量行政领导负责制。”省、自治区、直辖市人民政府负责对本辖区的城市环境综合整治工作进行定期考核，公布结果；直辖市、省会城市和重点风景旅游城市的环境综合整治定量考核结果，由国家环境保护总局核定后公布。城市环境综合整治定量考核的结果作为各城市政府进行城市发展决策，制定环境保护规划的重要依据，对不断改善城市的投资环境，促进城市的可持续发展，具有重要的意义。这项制度的实施，对于不断深化城市环境综合整治，健全和完善城市环境综合整治的管理体制，调动各部门参与城市环境保护的积极性，提高广大群众的环境意识也都具有重要作用。2004 年，国家环保总局对“城考”结果的上报、审核和发布方式进行了改革，全国正式上报“城考”结果的城市达到 500 个，占全国城市总数的 75%。国家新增考核的环保重点城市有 66 个，由国家公布“城

考”结果的环保重点城市首次增加到 113 个。国家首次公布各省、自治区、直辖市对所辖城市的“城考”的排名结果。

城市环境综合整治定量考核制度具体分为城市环境质量、污染控制、环境建设和环境管理方面共计 27 项具体指标，分值的多少，不仅代表城市考核成绩，而且标志着城市环境保护的综合实力，具体考核指标及计分方法如表 5-4：

表 5-4　城市环境综合整治考核指标及计分方法

序号		指标名称	单位	限值		权重	计分公式	考核范围
				上限	下限			
环境质量	1	大气总悬浮微粒年平均值	mg/m³	北方 0.6 南方 0.5	北方 0.18 南方 0.08	4	4(0.60－X)/0.42 4(0.50－X)/0.42	认证点位
	2	二氧化硫年平均值	mg/m³	0.10	0.02	3	3(0.10－X)/0.08	认证点位
	3	氮氧化物年平均值	mg/m³	0.10	0.05	3	3(0.10－X)0.05	认证点位
	4	饮用水源水质达标率	%	100	80	6	6(X－80)/20	认证点位
	5	城市地面水水质达标率	%	100	60	6	6(X－60)/40	认证点位
	6	区域环境噪声平均值	dB(A)	62	56	4	4(62－X)/6	认证点位
	7	交通干线噪声平均值	dB(A)	74	68	4	4(74－X)6	认证点位
污染控制	8	水污染物排放总量削减率	%	暂不考核				城市地区
	9	大气污染物排放总量削减率	%	暂不考核				城市地区
	10	烟尘控制区覆盖率	%	100	30	4	4(X－30)/70	建成区
	11	环境噪声达标区覆盖率	%	50	10	4	4(X－10)/40	建成区
	12	工业废水排放达标率	%	90	30	4	4(X－30)/60	城市市区
	13	汽车尾气达标率	%	80	30	3	3(X－30)/50	城市市区
	14	工业固体废物综合利用率	%	80	20	4	4(X－20)/60	城市市区
	15	危险废物处置率	%	100	20	4	4(X－20)/80	城市市区
环境建设	16	城市污水处理率	%	40	0.00	4	4X/40	城市市区
	17	城市集中供热率	%	40	0.00	3	3X/40	城市市区
	18	城市气化率	%	90	40	3	3(X－40)/50	城市市区
	19	生活垃圾处理率	%	90	0.00	4	4X/90	城市市区
	20	建成区绿化覆盖率	%	40	10	3	3(X－10)/30	建成区
	21	自然保护区覆盖率	%	8	0.00	3	2X/8＋1	城市市区
环境管理	22	环境保护机构建设	%	100	0	3	M×1＋N×2	城市市区
	23	城市环境保护投资指数	%	2	0.00	4	4X/2	城市市区
	24	“三同时”合格执行率	%	100	50	3	3(X－50)/50	城市市区
	25	排污费征收面	%	100	50	3	3(X－50)/50	城市市区
	26	污染防治设施运行率	%	100	50	3	3(X－50)/50	城市市区

[思考与练习]

1. 结合我国的现实情况，列举我国面临的主要环境问题。
2. 简答土壤污染的特点、种类和来源。
3. 土壤污染对环境有何危害，如何防治？
4. 大气污染物包括哪些类型？
5. 何谓大气污染？大气的污染源有哪些？

6. 大气中的主要污染物及其危害是什么?
7. 谈谈大气污染物:颗粒物、硫氧化物、一氧化碳、氮氧化物的主要污染来源,以及你对大气污染的认识。
8. 观察分析你生活的周围是否存在着大气污染,若有,分析其产生原因并提出你的治理方案。
9. 空气污染指数(API)是如何计算的? 各空气质量级别对健康有什么影响?
10. 汽车尾气排放对环境造成哪些方面的污染?
11. 为了抑制汽车尾气的排放,国际上和我国使用了哪些排放标准?
12. 结合实际谈谈室内空气质量的重要性。
13. 了解现代居室环境污染的来源、危害及防治措施。
14. 谈谈我国水污染的现状。
15. 在测定污水的化学耗氧量时用高锰酸钾作氧化剂与重铬酸钾作氧化剂各有何特点? 如何选用?
16. 叙述水体污染的类型和污染指标。
17. 画曲线图分析水体遭有机物污染后 BOD_5 和 DO 的变化规律。
18. 简述水体受农业非点源污染的特点、危害及主要防范措施。
19. 主要的重金属污染包括哪几种元素? 简述水体受重金属污染的特点。
20. 废水中的污染物可分为哪几类? 各有什么特征及危害?
21. 简述表征有机污染物浓度的几种表示方法及其含义,试说明这几种表示方法各有何优缺点。
22. 海洋污染的特点包括哪些?
23. 简述海洋赤潮的成因及危害。
24. 试讨论海洋赤潮的控制方法及对策。
25. 简述海洋污染石油污染物的主要来源。
26. 简述海洋污染石油污染的主要危害。
27. 简述海洋污染对资源环境的影响。
28. 简述固体废物的分类(来源)、危害、处理原则。
29. 固体废物的主要来源是什么? 它是如何污染水体的?
30. 讨论危险废物的危害、目前的处置处理方式和处置处理的对策。
31. 通过网络资源了解《巴塞尔公约》的信息,找出《巴塞尔公约》所指的废物名录,以及危险废物管理信息系统等。
32. 二噁英是什么物质? 简述其对人体健康的影响。
33. 简述垃圾集中处理的好处。当前我国垃圾集中处理应采取什么途径?
34. 进口固体废物("洋垃圾")可能存在哪些危害? 如何对此进行环境管理?
35. 何谓噪声、声压、声压级?
36. 噪声有何危害? 如何治理?
37. 你身边有哪些噪声困扰? 你对控制这些噪声污染有何建议?
38. 如何测定噪声级? 为什么要用 A 声级来衡量噪声的强弱?
39. 噪声污染与其他污染有何不同? (噪声污染的特点)
40. 根据噪声污染控制的原理和方法,简述在城市规划建设中应如何控制噪声污染。
41. 微波辐射的危害是什么? 为什么机场、医院、加油站等地方不能使用手机?

42. 简述微波污染的来源和危害，了解如何防护。
43. 噪光污染(或光亮污染)包括哪些？有何危害？如何防护？
44. 结合实际谈谈哪些光会造成污染。
45. 分析我国乡镇企业更易造成对环境污染的特点。
46. 什么叫"城市热岛效应"(或"城市热岛")？针对你所在的城市，分析热岛效应形成的原因，并提出减轻这种效应的有效措施。
47. 列表比较城市生态系统与农村生态系统和自然生态系统的差别。
48. 城市生态系统的结构和功能有何特点？
49. 针对你所在的城市的实际情况，提出用生态学的方法改善城市生态环境的途径。
50. 什么叫生态城市？生态城市建设的意义何在？
51. 以你所在的城市为例，具体分析建设生态城市的对策。
52. 生态村、生态县、生态市、生态省之间的关系如何？
53. 了解国家对城市环境综合整治定量考核的具体指标。
54. 2001 年 4 月 2 日，某市自动监测系统测得该市各项污染物日均浓度分别为 SO_2：0.058 mg/m^3、NO_2：0.095 mg/m^3、PM_{10}：0.533 mg/m^3，问当天该市污染指数为多少？(附录有参考答案)
55. 某建筑物的钢筋材料在噪声超过 3 微巴时，就会产生"声疲劳"，试计算其所处的噪声环境不能超过多少分贝(基准声压为 2×10^{-5}帕)？(附录有参考答案)
56. 计算 84、87、90、95、96、91、85、79 八个分贝值相加，及其噪声级平均值。(附录有参考答案)
57. 一点声源 5 m 处测得噪声 100 dB，问多远处才能达 60 dB？(附录有参考答案)
58. 一机器房产生的噪声在 2 m 处测得噪声 80 dB，距机器房 40 m 处有一民宅，离民宅 80 m 处又有一抽水泵，水泵外 5 m 处的噪声为 82 dB，问民宅的噪声为多少 dB？(附录有参考答案)

[推荐读物与网络资源]

唐孝炎. 1989. 大气环境化学. 北京：高等教育出版社
王麟生，乐美卿，张太森. 2001. 环境化学导论. 上海：华东师范大学出版社
周律. 2000. 清洁生产. 北京：中国环境科学出版社
黄宗国，林金美. 1994. 海洋生物学辞典. 北京：海洋出版社
黄宗国. 1994. 中国海洋生物种类与分布. 北京：海洋出版社
S. A. 巴登. 1982. 海洋污染和海洋生物资源. 吴瑜端，王隆发，蔡阿根，张珞平 1991 年译. 北京：海洋出版社
沈国英，施并章. 2002. 海洋生态学(第二版). 北京：科学出版社
B. 莫顿，J. 莫顿. 1983. 香港海岸生态学. 傅天宝，周秋麟，黄宗国 1991 年译. 北京：海洋出版社
中国海洋学会主办. 海洋学报(中文版). 北京：海洋出版社
杨士弘. 1996. 城市生态环境学. 北京：科学出版社
黄光宇，陈勇. 2002. 生态城市理论与规划设计方法. 北京：科学出版社
沈清基. 1998. 城市生态与城市环境. 上海：同济大学出版社
聂梅生，秦佑国，江亿，宋序彤. 2001. 中国生态住宅技术评估手册. 北京：中国建筑工业出版社

吴人坚,陈立民.2001.国际大都市的生态环境.上海:华东理工大学出版社
吴人坚,王祥荣,戴流芳.2000.生态城市建设的原理和途径:兼析上海市的现状和发展.上海:复旦大学出版社
郑微云,翁恩琪.1993.环境毒理学概论.厦门:厦门大学出版社
刘君卓等.居住环境和公共场所有害因素及其防治.北京:化学工业出版社

www.qudao.com.cn 我国的土壤污染现状及其防治对策
www.linlins.com 水体污染
www.soa.gov.cn/ 国家海洋局
www.vecc-sepa.org.cn 国家环保总局机动车排污监控中心
www.cneac.com 国家环境分析测试中心
wirmc.sepa.gov.cn 国家环境保护总局废物进口登记管理中心
www.cepsn.com 中国环保专业网
www.h2o-china.com/ 中国水网
www.cws.net.cn/savewater/ 全国节约用水办公室
www.basel.int 巴塞尔控制危险废物的跨疆域转移及其处理的公约

第六章　自然资源的生态保护

第一节　自然资源的概念与分类

一、概念与分类

1972 年联合国环境规划署指出："所谓自然资源，是指在一定的时间条件下，能够产生经济价值以提高人类当前和未来福利的自然环境因素的总称。"从这个定义中可看出自然资源必须是自然过程所产生的天然生成物，而且对人类来说要有利用价值。换句话说，自然资源即自然环境中能够满足人类生活和生产需要的任何组成成分。它包括：空气、淡水、土地、森林、草原、野生生物、各种矿物和能源等。自然资源可分为：

(1)不可枯竭的自然资源：太阳能、风能、潮汐能、水力等，其数量丰富、稳定，几乎不受人类活动的影响，更不会因人类的利用而枯竭。

(2)可枯竭的自然资源：这类资源有的会枯竭，有的只是在不适当利用时才会枯竭。其中包括：

①可更新自然资源：可借助于自然循环或生物的生长、繁殖而不断更新。指生物资源、动态非生物资源(如地下水资源)、人力资源。

②非更新自然资源：基本上没有更新能力，但有些可借助于再循环而被回收，得到重新利用，有的则是一次消耗性。其中又可细分为：

a. 可回收的非更新自然资源：如金属矿物。

b. 不可回收的非更新自然资源：能源矿物；一次消耗性的金属，如电镀层的锌、镍。

二、可更新资源的科学管理

自然资源的生态保护就是以资源生态学为基础，通过生物、经济、政治、法律等手段，对自然资源进行生态系统的管理，从而保护自然资源。

自然资源的保护受自然更新能力的限制，因此对某种自然资源，要了解其最大持续产量。所谓最大持续产量就是该种资源当我们最大限度地、持续地利用它的时候，并不会损害其更新能力的产量(包括能力)。

为了进一步加强对海洋渔业资源保护，促进我国渔业持续、健康、稳定发展，经国务院批准，从1995年起我国实行海洋伏季休渔制度。所谓的伏季休渔即在一定的时间段和海域范围内，禁止某些作业类型(如拖网、帆张网、灯光围网作业等)的渔业生产。在休渔期间，渔船必须船进港、网入库、人上岸、证集中。渔政人员和水上派出所日夜进行海上巡逻，凡违反禁渔规定，即电、炸、毒鱼者，将按《渔业法》最高罚款金额给予处罚。伏季休渔自1995年正式实施以来，得到了较为全面有效地执行，休渔范围、时间和作业类型不断扩大。目前，休渔海域覆盖了我国管辖的全部四个海区，涉及沿海11个省(自治区、直辖市)以及香港、澳门特别行政区的港澳流动渔船，休渔渔船约12万艘，休渔渔民上百万人，是迄今为止我国在渔业资源管理方面采取的覆盖面最广、影响面最大、涉及渔船渔民最多、管理任务最重的一项保护管理措施，已成为在国内国际具有较大影响的渔业管理制度。“今天不吃子孙鱼，明天子孙有鱼吃”，伏季休渔制度实施十年来，主要经济种类产卵群体和幼生群体得到了有效保护。实施海洋休渔，不仅使我国的海洋捕捞产量保持在1 400万吨的生产水平，还显著提高了捕捞生产效率，增加了渔民的实际收入，改善了海洋生态环境。

目前滥用自然资源的原因主要是：(1)人们贪图暂时的、眼前的利益；(2)基本生活需要不足，导致对资源的滥采；(3)资源供应量与价格之间的矛盾，驱使人们对资源的索取；(4)对某一种资源的最大持续产量往往难以准确估计。

现代对资源利用的4R原则，即：Reduce waste，Reuse，Recycle，Reduction，根据的是生态系统的物质循环原理。在这种原则下现代国内外经济潮流中出现了“循环经济”的新理念。随着经济增长、人口增加与资源不足，环境恶化的矛盾越来越突出，人们经过对“大量生产、大量消费、大量废弃”的粗放型经济增长方式进行反思，倡导建立资源节约型社会，一种以资源高效利用和循环利用为核心，以低消耗、低排放、高效率为特征，以有效利用资源和保护环境为基础的全新经济发展模式受到重视，成为国际经济界的新理念。循环经济是一种“促进人与自然的协调与和谐”的经济发展模式。从物质流动的方向看，传统工业社会的经济是一种单向流动的线性经济，即“资源—生产—消费—废弃物排放”，其增长依靠的是高强度地开采和消耗资源，同时高强度地破坏生态环境。循环经济要求运用生态学规律把经济活动组织成一个“资源—生产—消费—再生资源”的反馈式流程，以最大限度利用进入系统的物质和能量，提高经济运行的质量和效益，获得尽可能大的经济效益和社会效益，从而使经济系统与自然生态系统的物质循环过程相互和谐，达到资源能够多次利用和环境得到有效保护。

美国著名环境学者、环境教育家Tyler Miller关于保护资源、防止污染和防止环境退化的原理、原则和定律：

资源有限性原理(principle of resource limits)：自然资源是有限的，决不允许浪费。

自然界无废物原理(no waste in nature principle)：大部分废物和污染物都是资源，人类应予以利用，否则将贻害无穷。人类应尽可能减少废物和污染物的产生。

回收和再利用原则(principle of recycling and reuse)：减少污染，减少资源消耗，减少废物，对其进行回收和再利用。

回收并非最终答案原则(recycling is not the ultimate answer principle)：因为回收资源要消耗能源，会再次引起环境污染和退化。

就地解决原则(principle of localism)：为了减少资源浪费和保证资源的可持续供给，应尽可能就地满足需要，也应尽可能就地处置和回收废物。

适度原则(principle of moderation)：为减少污染、减少资源消耗和减少废物，在利用资源时应考虑迫切的需求，以使对资源的利用达到最高效率，实现资源的明智利用。

可持续生产原则(principle of sustainable yield)：强调对可再生资源的永续利用，利用可再生资源的速度不得超过该资源的自然再生速度。

资源多样性原则(principle of resource diversity)：应从众多来源获取资源。

尊重自然原则(respect for nature principle)：任何生命都有生存的权利，至少有求生存的权利，因为他们是生命。

知足原则(responsibility principle)：任何个人、团体或国家无权滥用地球的有限资源。人类不要为满足需求而贪得无厌。

保护野生生物和生物多样性原则(preservation of wildlife and bio－diversity)：凡有可能引起野生生物物种永久灭绝和野生生物栖息地消失或退化的事情都是错误的。

第二节　水资源的保护

水是人类和一切生物赖以生存的物质基础。水是可以更新的自然资源，能通过自己的循环过程不断地复原。

一、全球水的总储量及分布

地球水圈中各个环节和各种形态的水都称为水资源。地球上水的总储量估计为 13.9 亿立方千米，其中海水占 97.41％、淡水占 2.59％。淡水中 77.2％以冰的形式存在于冰盖、冰川中；地下水、土壤水占 22.4％；湖泊、沼泽占 0.35％；大气水占 0.04％；河流水占 0.11％。

可开发利用的水仅是地下水、土壤水、淡水湖泊水等，这仅占淡水资源的 22.8％，总共约 0.36 亿立方千米，占地球总水量的 0.3％。能参与全球循环得到再生的淡水资源只有 120 万立方千米，占不到地球总水量的百万分之一！

二、世界水资源面临的问题

根据地球储水量及分布，人类现可利用的淡水资源只有地球上水的很小一部分，而且有限

的水资源也很难再分配，巴西、俄罗斯、加拿大、美国、印度尼西亚、中国、印度、哥伦比亚和扎伊尔等 9 个国家已经占去了这些水资源的 60%。从未来的发展趋势看，由于社会对水的需求不断增加，而自然界所能提供的可供利用的水资源又有一定限度，因此突出的供需矛盾使水资源已成为当今全球性环境问题之一。

(一)水量短缺严重，供需矛盾尖锐

随着社会需水量的大幅度增加，水资源供需矛盾日益突出，水资源短缺现象非常严重。联合国环境规划署前不久公布的资料显示，目前全球缺水人口达 5.5 亿人，到 2010 年将增到 10 亿人，而全球性缺水人口达 14 亿人。

世界上包括南极洲在内，有 300 多条河流或湖泊被两个或多个国家共有，47%的国际河流、湖泊区域被两个或两个以上的国家共有。世界各国政治版图和河流流域相互交叉、重叠，为潜在的冲突埋下了伏笔。联合国在对世界范围内的水资源状况进行分析研究后发出警告："世界缺水将严重制约二十一世纪经济发展，可能导致国家间冲突。"同时指出全球已有 1/4 的人口为得到足够的饮用水、灌溉用水和工业用水而展开争斗。如今，传统意义上的难民有 2 200万人，而由于缺乏水等必要生存条件而背井离乡、成为环境难民的人数多达 2 500 万人，到 2010 年，这一数字还将再翻一番。

(二)水源污染严重，"水质型缺水"突出

淡水数量的短缺足以引起人们的关注，而水的质量更是"致命的问题"。随着经济、技术和城市化的发展，排放到环境中的污水量日益增多。据统计，目前全世界每年约有 420 多立方千米污水排入江河湖海，污染了 5 500 km^3 的淡水。据联合国环境署和联合国大学 1999 年 3 月 18 日共同发表的资料，地球上每 8 秒就有一名儿童死于不洁水源导致的疾病，每年有 530 万人死于腹泻、登革热、疟疾等病，发展中国家 80%的病例由污染水源造成，50%的第三世界人口遭受着与水有关的疾病折磨，地球上一半居民没有必要的卫生条件。此外，污染的水源将 1/5 的淡水鱼置于"种族灭绝"的边缘。水源污染造成的"水质型缺水"加剧了水资源短缺的矛盾及居民生活用水的紧张和不安全性。

三、我国水资源的特点

(一)水资源总量不少，但人均、亩均占有水平很低

我国河川径流量(地表水资源量)居世界第六位，平均年径流深 284 mm，低于全球平均年径流深 314 mm。人均占有河川径流量仅为世界人均占有量的 1/4。耕地亩均占有河川径流量仅为世界亩均占有量的 3/4。从人均角度看，我国是全球 13 个贫水国之一。

(二)水资源地区分布很不均匀，水、土资源的配置不相适应

我国水资源南多北少，相差悬殊。南方长江、珠江、浙闽台诸河、西南诸河等四个流域片，平均年径流深均超过 500 mm，其中浙闽台诸河超过 1 000 mm，淮河流域平均年径流深 225 mm；黄河、海滦河、辽河、黑龙江四个流域片平均年径流深仅有 100 mm，内陆诸河平均年径流深更小，仅 32 mm。

我国水资源的地区分布与人口、土地资源的配置很不适应。南方四个流域片耕地面积占全国的36%，人口占全国的54.4%，拥有的水资源量却占到全国的81%；而北方四流域片水资源总量只占全国的14.4%，耕地面积却占全国的58.3%。

（三）水资源年际、年内变化大，水旱灾害频繁

我国大部分地区受季风影响，水资源的年际、年内变化大。我国南方地区最大年降水量与最小降水量的比值达2～4倍，北方地区达3～6倍；最大年径流量与最小年径流量的比值，南方为2～4倍，北方为3～8倍。南方汛期水量可占年水量的60%～70%，北方汛期水量可占年水量的80%以上。大部分水资源量集中在汛期以洪水的形式出现，资源利用困难，且易造成洪涝灾害。南方伏秋干旱，北方冬春干旱，降水量少，河道径流枯竭（北方有的河流断流），造成旱灾，如遇持续的干旱年份，地下水位大幅度下降，有的地区不仅农作物失收、工业限产，而且人畜饮水都成问题。我国水资源量的年际差别悬殊和年内变化剧烈，是我国农业生产不稳定、水旱灾害频繁的根本原因。

（四）雨热同期是我国水资源的突出优点

我国水资源和热量的年内变化具有同步性，称作雨热同期。每年3—5月份后，气温持续上升，雨季也大体上在这个时候来临，水分、热量条件的同期有利于农作物的生长。这也是我国以占世界6.4%的土地面积和7.2%的耕地，养活了约占世界1/5人口的一个重要自然条件。当然，雨热同期只是就全国宏观而言的，南方有的地区，7—9月份农作物生长旺盛，高温少雨，成为主要的干旱期。

四、水资源的保护对策

（一）水源污染使现代的水处理工艺受到前所未有的挑战

为了实现在2010年基本控制我国水污染，到2030年使水环境质量有所改善，到2050年有较大改善的目标，有两种基本对策：一是提高规划的城市废水处理率；二是加强推行节水减污的清洁生产力度，使工业用水量、废水量和污染负荷进一步降低。

在水的点源污染控制上，现代已经有了较为成熟的技术，并取得显著的效果。处理控制不同点源污染物方面有大量的技术资料，特别是建设污水处理系统的技术，可查阅相关的环境工程书籍，本书不再进行详细论述。

对于农业非点源，因其产生污染的物质主要是营养盐、水土流失和农药，控制或减少由此引起的非点源污染的措施主要是一些水土保持措施，如：

（1）保土耕作，即增加土壤的植被覆盖度，以减少土壤的水蚀或风蚀。

（2）等高条形耕作，这项措施能有效地减少地面水流，从而减少因坡地引起的水土流失和营养盐流失。

（3）人工湿地与多塘系统。

（4）建立缓冲带，在非点源区与河道之间的植物带或湿地，对污染物有降解的作用，相对污染物直接进入河道来说，起着缓冲的作用。

(二)我国在保护水资源方面采取的措施

1.有些城市采取收集雨水的方式以缓解水资源供求矛盾。如北京将建立雨洪利用工程，利用雨水缓解水资源供求矛盾。2008年的奥运场馆将建设雨水收集系统。这一工程除拟采用收集屋顶、道路与绿地降雨外，还准备采用将雨水收集引入地下渗沟回灌地下水，多余雨水储蓄用于灌溉、市政杂用等利用模式。

2.用价格杠杆保护水资源。广州、厦门等地都已实行阶梯式收费控制水浪费。如果用水超标，同样 1 m^3 的水，将征收更多的钱，用水越多，每立方米单价越高。近年来许多城市都提高了生活用水附加的污水处理费。

3.实施南水北调工程。我国水资源地区分布极不均匀，水土资源组合不平衡。南方以占全国总数54.7%的人口、35.9%的耕地，拥有占全国总量81%的水资源；北方水资源总量只占全国总量的19%，而耕地却占全国的64.1%，人口数占全国总数的45.3%。南水北调工程的目的就是要缓解中国北方地区的缺水矛盾，实现水资源合理配置。

4.提高水的重复利用率和污水资源化。例如厦门正在开展生活污水上山，利用它来浇灌贫瘠的山地，不仅可以充分利用水资源，而且减少了污水直接排海造成的海域富营养化。

5.海水淡化。采用膜技术淡化海水，目前技术上已不成问题，主要在于如何降低成本，进一步提高能效。

世界上还有人提出了拖移冰山来获取淡水资源的设想。此工程在近期内还不能够实现，仍处于计划阶段。据估计，南极的一块浮冰就可以获得10亿立方米的淡水，可供400万人1年的用量。

第三节　森林资源的保护

森林是由乔木或灌木组成的绿色植物群体，森林与其中的动物、微生物和它所处空间的土壤、水分、大气、阳光、温度等组成森林生态系统。根据用途不同，可将森林资源分为五类：

(1)防护林：以防护为主要目的的森林、林木和灌木丛。包括水源涵养林，水土保持林，防风固沙林，农田、牧场防护林，护岸林，护路林。

(2)用材林：以生产木材为主要目的的森林和林木。包括以生产竹材为主要目的的竹林。

(3)经济林：以生产果品，食用油料、饮料、调料，工业原料和药材等为主要目的的林木。

(4)薪炭林：以生产燃料为主要目的的林木。

(5)特种用途林：以国防、环境保护、科学实验等为主要目的的森林和林木。包括国防林、实验林、母树林、环境保护林、风景林，名胜古迹和革命纪念地的林木，自然保护区的森林。

一、森林在生态环境中的重要性

传统的看法仅把森林的价值看成是可以提供木材和作为燃料，这不利于对森林资源的保护。实际上森林不仅具有经济价值，而且具有生态价值，其生态价值较经济价值要大得多，其

作用主要有：

(1)能净化城市空气，调节大气温度。森林能吸收二氧化碳并制造氧气，吸收各种有毒气体，对空气中的微粒和粉尘具有阻挡、滞留、过滤和吸收作用，其分泌的某些气体物质也具有杀灭空气中病菌的能力，根系分泌的有机酸可改良土壤，巨大的森林根系还能保持水土，防止水土流失。另外，森林还能形成绿色“声屏障”，降低、消减噪声。

(2)能满足国家建设和人民生活的需要。森林能为国家建设提供多种木材和各种林产品，目前世界上仍有 1/3 的人类以木材为做饭的燃料。

(3)森林可以涵养水源，保障农牧渔业的发展。人常说农业是基础，水利是命脉，现在人们又进一步认识到林业是屏障。没有森林，全世界 70%的淡水将白白流入大海，陆地上 90%的动植物和人类将因没有森林蓄水涵养而面临干旱威胁。因此，有林才能保水，有水才能保粮。从这个意义上说，抓造林绿化、保护森林就是抓水，就是抓粮，大力造林是改善和稳定农业生态环境，保障农业稳定高产，保障水利设施发挥功效，增强农业发展后劲的重要条件。

(4)森林是地球上许多生物物种的天然基因库，是保护生物多样性的殿堂。林区是各种生物的重要栖息地和繁殖区，如果没有森林，陆地生物的 90%将消失，珍贵动植物将减少甚至绝迹，这是很大的损失。

总之，森林是地球陆地生物圈的重要组成部分，是整个自然生态系统中的支柱。森林植被的破坏必然会导致整个自然生态系统各组成因子相互失调，物质循环和能量流动发生重大变化，在生态环境上出现这样那样的问题，甚至严重的问题。

二、世界森林资源现状

据 20 世纪 70 年代资料，世界林地面积约为 48.9 亿公顷，约占陆地的 1/4，为耕地面积 3 倍以上，然而人们为了发展农业或出于其他目的而砍伐森林，已造成了世界森林量的迅速减少。

20 世纪 90 年代，全球的森林采伐面积估计每年达 1 400 万公顷，但新造林和自然生长的森林增加的面积只有 520 万公顷，因此每年净损失森林面积达到 880 万公顷。现在全球平均每年减少的天然森林面积达 1 610 万公顷，年递减 0.4%，其中 1 520 万公顷是在热带国家，年递减 0.8%。全世界森林覆盖率平均值为 30.67%，各国和地区之间相差很大，在 200 多个国家和地区中森林覆盖率最大的是苏里南，为 95.13%；有 15 个国家和地区，如阿曼等接近于零。

由于非法采伐、管理不善和农业开垦，世界上许多在生态和经济方面都极具价值的森林，像亚马逊河和刚果河流域的热带雨林正在迅速减少。这不但对当地生态环境造成巨大破坏，而且对整个地球生态环境有各种各样的影响，其影响归纳为：

(一)可能引起全球性气候变化

在森林减少过程中，至少有 3 000 亿吨干物质被烧掉，耗氧 4 000 亿吨，向大气释放 CO_2 5 500亿吨，其中，10%～20%通过光合作用被植物固定，40%进入海洋，40%左右停留在大气中，大气中 CO_2 浓度的增加会使“温室效应”加剧。

(二)引起物种变化和绝迹

森林是一个复杂的生态系统,在森林内部有各种各样的生态环境,蕴藏着丰富多彩的动植物种群。如果森林遭受破坏,栖息繁衍于林间的大小动物、微生物及林内各种植物难免同归于尽。尽管基因工程已诞生,而且预计将发展成为世界经济的一个主要部门,可是,在森林遭受破坏的情况下,热带雨林基因库的破坏,将给基因工程的发展带来极大困难,甚至是人类最大的无法弥补的损失。

(三)引起强烈的水土流失

热带地区雨量多,且多暴雨,风化层疏松,热带森林一旦被破坏,极易造成大量水土流失。例如亚马逊河流域,毁林地区土壤流失每公顷达 34 t;秘鲁由于山区森林遭破坏,泥石流和山洪危害十分严重。

三、中国森林资源现状

我国森林资源现状主要有以下一些特点:

(一)树种繁多,类型多样

我国乔木、灌木的树种约 8 000 多种,其中乔木 2 000 多种,包括 1 000 多种优良用材及特种经济树种。森林中有约 200 多种树木可生产食用的粮食,100 多种可生产油料,180 多种树木可作为药材。

(二)人均森林资源少,覆盖率低

全国第六次森林资源清查结果显示:我国森林覆盖率虽然较此前上升了 1.66 个百分点,达到 18.21%,但是仍然仅相当于世界平均水平的 61.52%,居世界第 130 位;人均森林面积 0.132 hm^2,不到世界平均水平的 1/4,居世界第 134 位;人均蓄积量为 9.05 m^3,只有世界人均蓄积量 72 m^3 的 1/8。我国人工林保存面积达到 0.53 亿公顷,居世界首位。

森林覆盖率是通过森林资源清查获得的。清查工作中一个最重要指标是郁闭度。郁闭度是指林冠的投影面积与林地面积之比,是判定森林的重要标准。我国在早先四次(1994 年以前)的森林资源清查中,郁闭度 0.3 以上(不含 0.3)才能界定为森林,这个标准主要是参考了前苏联的森林密度标准而确定的,要求相当严格。这就使不少林地被排除在森林之外。实际上,联合国粮农组织和世界林业大会都曾规定森林郁闭度标准为 0.2 以上。从第五次森林资源清查开始,我国采用了新的郁闭度标准。《森林法实施条例》也将郁闭度标准修订为 0.2 以上(含0.2)。新标准的实施,表明我国森林资源管理开始与国际接轨。在我国很多地区,森林效益主要体现为生态效益。因此有必要将一些郁闭度不高,但仍有相当生态效益的稀疏林地划为森林,加以保护和培育。新标准的启用对当前及今后相当长一段时间内,我国森林资源的保护、恢复和重建,乱占林地和毁林开荒问题的控制和解决,具有重要意义。

(三)森林分布不均

我国东部地区森林覆盖率为 34.27%,中部地区为 27.12%,西部地区 12.54%,而占国土

面积32.19%的西北5省区森林覆盖率只有5.86%。

(四)森林资源结构不合理

森林资源结构不合理性表现为林种结构和林龄结构不合理。林种结构中用材林面积过大,防护林和经济林面积偏少,不利于发挥森林的生态效益和经济效益。林龄结构中幼龄占33.8%,中龄占35.2%,成熟林占31%,成熟林比例小,近期可供采伐的森林资源不足。

(五)森林地生产力低

表现为林业用地利用率低,残次林多,单位蓄积量少和生长率不高。

四、保护森林资源的措施

目前我国对保护现有森林、绿化植树十分重视,除严禁乱砍滥伐、毁林开荒外,还大力动员全体人民植树造林,走一条可持续发展的道路,目标是到21世纪中叶基本建成资源丰富、功能完善、效益显著、生态良好的现代林业,主要措施包括以下几个方面:

(一)健全森林法制,加强林业管理

①建立和完善林业机构;②加强林业法制宣传教育;③严格森林采伐计划、采伐量、采伐方式;④严格采伐审批手续;⑤重视森林火灾和病虫害的防治;⑥用征收森林资源税的方法,加强森林保护。

(二)合理利用天然林区

利用森林资源要合理采伐,伐后要及时更新,使木材生长量和采伐量基本平衡,同时要提高木材利用率和综合利用率。

(三)分期分地区提高森林覆盖率

预计到2010年全国新增森林面积3 148万公顷,森林覆盖率达到20.3%;到2020年,森林覆盖率达到23.4%;到2050年,森林覆盖率达到28%以上。

(四)搞好城市绿化地带

我国城市绿化面积很低,应大力植树造林,把城市变成理想的人工生态系统。

(五)开展林业科学研究

重点开展经济效益、社会效益、环境效益三者之间关系的研究,力求三者协调发展。

(六)控制环境污染对森林的影响

大气污染物如SO_2、O_2、酸雨及酸沉降物等都能明显对森林产生不同伤害,影响森林的生长、发育。水污染和土壤污染随着污染物的迁移、转化也将对森林产生影响。控制环境污染的影响有助于森林资源的保护。

五、加强城市森林建设

(一)城市森林的概念

我国在城市绿化建设中一直沿用中国古典园林的一些做法,引入城市森林的提法相对较晚,只是近年来随着城市化进程加快而导致城市生态环境问题日益突出,城市森林建设才逐渐受到人们的重视。城市森林是指城市范围内、城市周边与城市关系密切的,以乔木为主体,达到一定规模与盖度,与各种灌木、草本、各种动物和微生物以及周围的环境相互作用形成的统一体,包括花草、野生动物、微生物组成的生物群落及其中的建筑设施,包含公园、街头和单位绿地、垂直绿化、行道树、疏林草坪、片林、林带、花圃、苗圃、果园、水域等绿地。城市森林以改善城市生态环境为主,促进人与自然协调,满足社会发展需求,是城市生态系统的重要组成部分。

城市森林的范围曾是一个有争议的问题,由于对城市森林的概念各有侧重,其范围也会各有所不同。国外有人认为由市内出发出外游览能当天返回所涉猎的范围属于城市森林范围,国内有关学者将城市森林的范围确定为城市周围或附近一定范围内以景观、旅游、运动和野生动物保护为目的的森林。

(二)城市森林生态建设

城市森林以城市为载体,以森林植被为主体,以城市绿化、美化和生态化为目的,以人为本,森林景观与人文景观有机结合,对改善城市生态环境,加快城市生态化进程,促进城市、城市居民及自然环境间的和谐共存,推动城市可持续发展具有重要作用。

作为城市生态系统的一个子系统,城市森林规划应该从城市整体来考虑森林的结构和功能。城市森林生态建设应以生态效益、社会效益为主,同时兼顾经济效益。

在城市森林建设过程中,应尽量减少对原始自然环境的变动;树种的选择以地带性植被为主,以利于形成稳定、有地区特色的城市森林景观;不仅城市森林的外貌、组成和空间结构应该按照近自然式的配置模式,城市森林在造林、抚育、森林保护等各个管理环节上也应该采取近自然的管理模式。

城市森林恢复与建设的最终目标应该是改善自然与人、自然与经济、生物与生物、生物与环境之间的多元关系,城市森林各子系统之间、城市森林与城市生态系统和谐共存、协调发展,并能最大限度地发挥综合效益及其在城市可持续发展中的作用。具体目标主要体现在三方面:

(1)改善环境,实现城市生态系统良性循环。城市森林建设的核心目的是改善生态状况,特别是维持碳氧平衡、解决大气污染、加强空气对流、调节城市小气候环境、保护水源等问题,作为城市生态系统中具有自净功能的重要组成部分,通过城市森林的建设,从而实现城市生态系统良性循环。

(2)提升城市风貌,体现城市森林的文化价值。城市森林文化是城市文化和城市生态文明的重要组成部分,城市森林以其独特的形体美、色彩美、音韵美、结构美,凝结着现实的、历史的各种自然、科学、精神价值提供给城市优美舒适的生态环境。如厦门市的红树林体现了厦门亚热带特色的海湾风景城市景观。

(3)发挥城市森林的经济功能，促进第三产业发展。城市森林通过提供苗木、花卉等有形产品和制氧、净化空气、杀菌、滞尘等无形的生态服务功能产品，成为城市第三产业的一个重要组成部分。发挥城市森林的经济功能，有利于调动社会力量参与城市森林建设的积极性，克服城市森林建设过程中政府和企业的负担过重、土地流转及资金筹措等困难，促进循环经济的发展。

2005 年世界环境日的主题"营造绿色城市，呵护地球家园"(Green Cities, Plan for the Planet)旨在号召世人将建设城市森林与当代的环境保护联系起来。

(三)"国家森林城市"评价指标

2005 年 8 月国家林业局发布了《"国家森林城市"评价指标(试行)》。评价指标从组织领导、管理制度和森林建设三个方面规定了"国家森林城市"的评价标准。这使我国的城市森林建设有了明确的目标和准则。

(1)在组织领导方面，"国家森林城市"必须认真贯彻落实中央林业决定精神，严格执行国家和地方有关林业方针、政策、法规；城市政府领导重视城市森林建设工作，实行领导干部任期城市森林建设目标责任制；结合城市森林建设工作实际，创造出丰富经验，对全国有示范、推动作用；城市森林建设资金有保障并纳入政府财政预算，森林管护人员有编制、有机构。

(2)在管理制度方面，要求城市森林建设必须纳入城市总体规划，编制完成城市森林建设总体规划，严格实施，取得良好的生态效益；管理法规和制度配套齐全，执法严格有效，无非法侵占林地、破坏森林和树木的严重事件；城市森林建设要有足够的科技支撑；主要街道和公共场所设立有永久的绿化和义务植树公益性宣传标牌等。

(3)在森林建设方面，这一评价体系对城市森林建设综合指标作出了具体规定，主要有以下几个方面：

——城市森林建设工作成果达到全国先进水平，各项森林建设指标近三年逐年增长。

——以水网化和林网化作为城市森林建设理念，布局合理、功能健全，道路、农田、水系均实现林网化。

——通过营造各种类型的森林和以林木为主体的绿地，南方城市林木覆盖率达到 30%以上，北方城市林木覆盖率达到 26%以上，城市规划建成区绿地率达到 35%以上。

——按照城市卫生、安全、防灾、环保等要求建设防护绿地，城市周边、城市功能分区交界处建有绿化隔离带，维护管理措施落实，城市热岛效应缓解，生态效益良好。

——江、河、湖、海等水体沿岸绿化达到一定厚度，绿化效果好，注重自然生态保护，生态效益和景观效果明显，形成城市特有的风光带。

——城市重要水源地森林植被保护完好，功能齐全，水源涵养作用得到有效发挥。

——城市森林和湿地资源得到有效保护，管理科学、规范、及时，建有森林公园或湿地公园。

——城市森林建设树种丰富，森林植物以乡土物种为主，能充分体现城市文化底蕴，反映当地历史、地域和民族等特色。

——积极推广建筑物、屋顶、墙面、立交桥等立体绿化，取得良好效果。

——森林城市绿化数据指标应达到全国绿化模范城市标准。

"评价指标"还对城市全民义务植树和古树名木保护作出规定。

第四节　矿产资源的保护

一、矿产资源及其特点

矿产资源是地壳在其长期形成、发展与演变过程中的产物，是自然界矿物质在一定的地质条件下，经一定地质作用而聚集形成，暴露于地表或埋藏于地下的具有利用价值的自然资源。一般将矿产资源视为不可更新资源，它可分为能源、金属矿物和非金属矿物。

矿产资源是自然资源的重要组成部分，是人类社会发展的重要物质基础。中国92%以上的一次能源、80%的工业原材料、70%以上的农业生产资料来自于矿产资源。与其他自然资源不同，矿产资源有以下几个特点：①不可再生性和可耗竭性；②区域性分布不平衡；③动态性。

二、世界矿产资源分布

世界矿产资源的分布很不平衡，即分布和开采主要在发展中国家，而消费量最多的是发达国家。目前在世界广泛应用的矿产资源有80余种，其中非能源矿产有铁、镍、铜、锌、磷、铝土、黄金、锡、锰、铅等。世界非能源矿产资源分布总特征表现为分布很不平衡，主要集中在少数国家和地区。这与各国各地区的地质构造、成矿条件、经济技术开发能力等密切相关。矿产资源最丰富的国家有美国、中国、俄罗斯、加拿大、澳大利亚、南非等；较丰富的国家有巴西、印度、墨西哥、秘鲁、智利、赞比亚、扎伊尔、摩洛哥等。

非洲矿产资源丰富，有“世界原料库”之称。目前，非洲大陆已发现了铝矾土、铬铁、钴、金刚石、黄金、锰、磷酸盐、铂族金属、钛、钒、锆等多种具有世界性优势的矿产资源，其储量占世界总储量的20%～90%。而且，非洲的大多数矿床品位高、分布连续、易于规模化开采。矿业已成为很多非洲国家国民经济的基础性产业。

三、中国矿产资源的主要特点

我国是世界上矿产资源丰富、矿产种类较全、矿业生产规模较大、矿产品消费数量较多的国家之一。我国已查明的矿产资源约占世界的12%，居世界第3位，但是人均矿产资源占有量仅为世界平均水平的58%，居世界第53位。我国矿产资源既有优势，也有劣势。优劣并存的基本态势主要表现在以下几个方面：①矿产资源总量丰富，人均资源相对不足，地区分布广但不平衡，一些重要矿产的分布具有明显的地区差异。②矿产品种齐全配套，资源丰度不一，矿产质量贫富不均。贫矿多，富矿少，大多数品位低，能直接供冶炼、化工利用的较少，加之开采中采富弃贫，使矿产品位下降，富矿越来越少。③超大型矿床少，中小型矿床多。④共生矿多，单一矿少：我国复杂矿多，含有伴生和共生的元素达10多种或几十种，有的伴生组分的价值常常超过主要成分价值。

四、矿产资源开发利用存在的主要环境问题

(一)矿产资源利用不合理

采矿、选矿回收率低,矿产资源浪费严重,采矿回收率是指矿山实际采出的矿石量和探明的工业储量的比率,回收率越高,说明采出的矿石越多,丢失在矿井里的矿石少,矿山资源利用效益越高。我国矿山的回收率很低,不到50%。由于管理不善,使许多优质矿产资源当作劣质资源使用。

(二)生产布局不合理

目前我国矿产分属许多部门管理(如能源矿产、黑色金属矿产、化工原料非金属矿产、建材等),这样使综合性的矿山很难得到全面的开发和利用。此外,小矿山的开采给资源造成很大的破坏,个体或小集体随意乱采,导致一些大型矿脉破坏,给国家大规模采矿造成了困难。

(三)给周围环境造成污染和破坏

1.水污染:主要由于采矿、选矿活动,使地表水或地下水含酸性,含重金属和有毒元素。这种污染的矿山水称为矿山污水。

矿山污染危及矿区周围河道、土壤,甚至破坏整个水系,影响生活用水、工农业用水。

2.大气污染:露天矿的开采以及矿井下的穿孔、爆炸以及矿石、废石的装卸,运输过程中产生的粉尘、废石场废石的氧化和自然释放出大量有害气体、废石风化形成的细粒物质和粉尘等,这些都会造成区域环境的大气污染。

3.土地破坏和土壤污染:矿山开采,特别是露天开采造成了大面积的土地遭受破坏或侵占。

4.地下开采造成地面塌陷及裂隙:当矿体采出后,原有的地层内部平衡破坏,岩石破裂、塌陷,地表也随着下沉形成塌陷、裂缝,以及不易识别的变形等,直接影响了周围的环境及工农业生产,甚至威胁了人们的安全。

5.海洋矿产资源开发污染:海上油田的开采,以及漏油、喷油、石油运输和精炼过程中都造成了海洋油污染,也是目前海洋污染的主要污染源之一。

五、矿产资源的合理利用

随着人口的急剧增加和经济的高速增长,人类对矿产资源的消耗也急剧增加。在矿产资源大规模开发利用中,不仅消耗了许多有限的、不可再生的资源,而且大大改变了生态系统的物质循环和能量循环,产生了严重的生态破坏和环境污染。目前矿产资源利用存在着极其严重的不合理和浪费现象。

为了合理利用矿产资源,应注意以下几个方面:

(一)树立珍惜和合理利用矿产资源的观念

我们要从维护国家经济安全、实现国民经济和社会发展第三步战略目标的高度出发,深入贯彻实施矿产资源法,使人们对我国矿产资源的现状有一个清醒的认识,唤起人们的危机感,

切实加强矿产资源的保护和合理利用，并建立起矿产资源的法律体系，做到有法可依，有法必依，执法必严，违法必究。

(二)保障矿产资源国家所有权益

虽然《中华人民共和国矿产资源法(修正)》明确矿产资源属国家所有，由国务院行使国家对矿产资源的所有权，但由于所有权的人格化代表模糊，缺乏明确的产权制度，加之矿产资源分散在地下，处于自然状态，极易造成谁占归谁，谁占谁得益的局面，致使"国家所有"成为一句空话，而且很多采矿者都只希望更快得益而不关心矿产的资产权益，不关心矿产的持续利用，因而采富弃贫，乱挖滥采，加速了矿产资源的耗竭。我们应切实保障矿产资源国家所有权益，培育规范的矿业权市场，提高矿产资源开发利用技术水平。

(三)开源与节流并重

目的是增加矿产资源的储备和供给。严禁乱采滥挖，搞好资源的合理开发与综合利用，纠正浪费与破坏资源现象。另外依靠科技进步，加强管理，努力降低工业生产过程中矿物原材料的消耗，提高资源的回收利用水平，防止与减少资源的损失和浪费。

第五节　生物多样性的保护

一、生物多样性的概念和保护的重要性

生物多样性是指地球上所有生命形式的总和，包括数以百万计的动物、植物和微生物种类，它们所拥有的基因，以及它们与生存环境所组成的复杂的生态系统。

通常有四个水平(层次)，即：

1. 遗传多样性：指遗传信息的总和，包含在生物个体的基因内。

2. 物种多样性：指地球上生命有机体的多样化，目前有500万至5 000万种或更多，有描述的仅140万种。

3. 生态系统多样性：指生物圈中的生境、生物群落和生态过程等的多样化。

4. 景观多样性：有的学者把景观多样性也当作生物多样性的一个层次，因为景观是由相互作用的生态系统组合而成的异质性区域，是个体—种群—群落—生态系统再向上延伸的组织层次，它综合了人类活动与土地区域的整体系统。

生物多样性是地球上数十亿年来生命进化的结果，是生物圈的核心组成部分，也是人类赖以生存及国民经济、社会可持续发展重要的物质基础。

然而，随着地球人口的迅速增长与人类各种开发活动的加剧，生物多样性受到空前未有的严重威胁，物种灭绝的速率比自然状况下要高千倍以上，许多物种在其生物学特性和价值被认识之前就永远地消失了。因此生物多样性已成为当前国际上生态学与环境科学领域研究的重点之一。

生物多样性保护的重要性可以从以下几方面加以说明：

(一)生态学观点

(1)世界是一个相互依存的整体,由自然界的各种生物和人类社会所组成,任何一方的健康存在和兴旺都依赖于其他方面的健康存在与兴旺。

(2)人是生物圈中的一部分,生物圈各个部分在长期进化、生育过程中达到一种相互协调,任何一方的破坏都会导致对人类社会的负影响,支持生物圈的完整性同样使人类社会得到繁荣,保护生物多样性就是保护人类自己。

(3)生物多样性保护有利于环境变化系统的复杂性,使生物圈有多种替换系统来维持其稳定。复杂系统比简单系统有更强的适应能力和生命力。

动物福利

人类屠杀动物由来已久,但在饲养它们时提供良好的饲养条件,在屠杀时也应尽量不使它们遭受疼痛和痛苦,这是当今文明世界的共识,是社会文明进步的一个标志。大自然屡屡用灾难告诉我们,必须敬畏生命,保护动物,维护生态平衡。地球是一个相互依存的整体,自然界的各种生物和人类都是平等的,任何一方的健康存在和兴旺都依赖于其他方面的健康存在与兴旺。人类不能以自己的利益为尺度决定生物是好是坏,应尊重生物生存的权利。哲学家康德说:"人必须以仁心对待动物,因为对动物残忍的人对人也会变得残忍。"一些社会学研究证明,儿童时期对动物残忍的人,成年后犯罪率升高。因此,动物福利不仅是现代发达国家大众和传媒的话题,也是生理学、医学、畜牧、伦理学和文化等方面的热门学术课题,目前很多国家纷纷立法来保障动物福利。其中一些措施值得我们借鉴,比如宰杀生猪时,猪应享受的福利包括:乳猪至少要吃 13 天母乳才能被宰杀;在宰杀时必须隔离屠宰,不被其他猪看到;杀猪要使用电击法,在猪完全昏迷后才能放血和解剖等。由于没有采取人道的宰杀方式,我国的动物食品出口曾多次遭到过国外的抵制。从食品安全角度来看,血腥的屠宰方式对食用者也有害无利,因为动物在突然的恐怖和痛苦状态下死亡,会促使肾上腺激素大量分泌,进而产生毒素,无法达到出口标准。

现代我国一些先进城市也拟立法保障动物福利,对虐待、伤害或遗弃动物、未按人道方式宰杀动物、未对受伤或患病动物给予必要治疗等行为进行处罚,如处以罚款等。可以预计,在保护生物多样性的理念逐步成为大众自觉的行为后,为动物福利立法将在我国更广的范围内推广开来,人类的幸福永远不能建立在对动物的血腥屠宰之上。

(二)经济学观点

生物多样性是人类赖以生存与发展的重要物质基础,它提供丰富的生物资源,是社会发展的根本基石,是一项全球性的财产。《中国生物多样性国情研究报告》初步评估,中国生物多样性的经济价值为 39 330 亿人民币。

(三)现实形势的要求

1997 年世界自然保护组织联盟(华盛顿)公布关于濒临灭种动物的年度报告:全球 5 205 种动物生命受到严重威胁,即 1/4 的哺乳动物以及 1/10 左右的鸟类面临灭绝危险。

41 年来,动物灭绝速度已达到正常灭绝速度的 1 000 倍。

19 世纪以前一个世纪才有一种脊椎动物灭绝,而 20 世纪初到现在,平均每年就有一种销声匿迹。

我国国土、海域辽阔,自然条件复杂多样,地质历史古老,孕育极丰富的生物;又有 7 000 年以上悠久的农业历史,培育繁殖大量经济动植物,并保留大量野生原型及近缘种。中国是世界生物多样性最为丰富的国家之一,有脊椎动物 6 437 种,约占世界上脊椎动物种类的 10%,陆生野生动物多达 2 400 余种,其中兽类 499 种,鸟类 1 244 种,爬行类 376 种,两栖类 279 种,鱼类 3 862 种,均属世界前列。其中大熊猫是脊椎动物的活化石。我国约有 30 000 多种高等植物,占世界的 10%,仅次于世界植物最丰富的马来西亚和巴西,居世界第 3 位。其中裸子植物 250 种,苔藓植物 2 200 种,蕨类植物 2 600 种,占世界的 14%。属于中国特有的高等植物 17 300 种,其中银杏是最古老的裸子植物。在上述野生动植物中,大熊猫、朱鹮、金丝猴、华南虎、扬子鳄和水杉、银杉、百山祖冷杉、香果树等数百种珍稀濒危野生动植物为中国所特有。中国是全球 12 个"巨大多样性国家",居世界第 8 位,北半球第 1 位。在漫长的人类文明进程中,我国既有对生物培育与利用的丰富经验,也因对森林过度采伐,草场超载过牧,对动植物资源掠夺式开发利用,偷猎、偷采、酷渔滥捕,环境污染、旅游、围垦、采矿的不合理作业,以及外来物种的入侵,使我国成为生物多样性受到严重威胁的国家之一。

由于国家加强了生物多样性的保护力度,近年来的陆生野生动物资源调查和重点保护野生植物资源调查结果表明,部分野生动植物种群数量稳中有升,栖息环境逐渐改善,其中 55.7%为国家重点保护的物种,扬子鳄、朱鹮、海南坡鹿等珍稀濒危野生动物种群成倍增加,大熊猫数量增加了 40%;被调查的 189 种国家重点保护野生植物中,野外种群达到稳定存活标准的占 71%。一些物种的分布区逐步扩展,黑嘴鸥、黑脸琵鹭、褐马鸡等物种的新记录、新繁殖地或越冬地不断被发现;野外大熊猫分布县比上次调查时增加了 11 个,达到 45 个,大熊猫栖息地面积增加了 65.6%;100 多年未见踪迹、已被国际自然保护联盟宣布为世界极危物种的崖柏在重庆大巴山区被重新发现,笔桐树、白豆杉、观光木等物种也发现了新分布区。

但是,在一些地方生物多样性仍然继续受到自然和人为活动的破坏,自然生态系统不断退化,生境丧失和破碎化程度加剧,很多物种数量持续减少,遗传资源破坏和流失严重,外来入侵物种对生物多样性影响日趋严重。一些非国家重点保护的野生动植物,特别是具有较高经济价值的野生动植物种群仍未扭转下降趋势,部分物种仍处于极度濒危状态,单一种群物种面临绝迹的危险。朱鹮、黔金丝猴、鳄蜥、海南长臂猿、普氏原羚、河狸、普陀鹅耳枥、百山祖冷杉等单一种群物种不仅种群数量少而且分布狭窄,一旦遭受自然灾害或其他威胁,将面临绝迹的危险。

我国 3 万种高等植物中,有 4 000~6 000 种(约占 15%~20%)已成为濒危或受到严重威胁的物种。在国际上公布的 640 个世界性濒危物种中,中国有 156 种,占 1/4。

从全球情况看,生物多样性遭受破坏归纳起来的共同原因有:

(1)自然因素:气候变化导致的自然生态系统不断退化。

(2)人为因素,主要由以下方面:

①狩猎、偷猎(象牙、犀牛角、虎豹、熊猫皮毛)。

②栖息地破坏和过度开发利用，全球11亿公顷热带雨林，一半为动物栖息地，现每年正以约1 000万公顷速度被摧毁。

③环境污染。

④战争，如伊拉克战争。

1991年联合国环境规划署(UNEP)就发起制定了“生物多样性计划和实施战略”，1992年联合国环发大会通过了《生物多样性公约》(英文简称CBD)，1993年正式生效。《生物多样性公约》的三个主要目标是生物多样性保护、可持续利用和惠益共享。《生物多样性公约》中规定，遗传资源拥有国拥有主权，遗传资源进口国必须得到资源拥有国的事先知情同意。2002年4月在海牙第六次《生物多样性公约》缔约方大会上，通过了关于获取遗传资源和惠益公正、公平分享的波恩准则。

我国是《生物多样性公约》的最早缔约国之一。中国履行《生物多样性公约》工作协调组由20个部门组成，由国家环保总局牵头。

UNEP制定了《生物多样性国情研究报告指南》、《国家生物多样性规划指南》。1995年起联合国将每年12月29日(2001年起改为5月22日)定为“国际生物多样性日”。世界上许多国家制定了本国的生物多样性战略、行动计划和国情研究，在制定政策、法规的同时提出相关的科技和教育问题。

1992年至1994年，在全球环境基金(GEF)资助及UNDP资助下，我国政府完成了《中国生物多样性保护行动计划》。1994年后又在UNEP和GEF资助下开始编制《中国生物多样性国情研究报告》。

我国生物多样性保育与持续利用的主要任务和研究内容应包括：

(1)中国生物多样性起源、演化与发展的深入研究。

(2)生物多样性中心内重要类群的多层次(基因、物种、生态系统、景观和区域)的综合研究。

(3)迁地保育机理与结构。

(4)就地保育、自然保护区理论和科学经营管理。

(5)生物多样性的信息分析与动态模型。

(6)生物多样性监测体系的建立(包括土地分类、生态系统健康方面的变化，物种、种群大小及消长趋势，气候变化对生物多样性影响，外来种入侵的监测、预测、防治)。

(7)生物多样性法规体系的建立。

二、生物多样性保护措施

1.制定落实有关政策法规保护野生动植物。1981年中国已加入《濒危野生动植物物种国际贸易公约》组织。1993年5月国务院通知禁止犀牛角和虎骨贸易，取消其药用标准，今后不再用其制药。

2.用迅速有效和易于理解的形式向各级管理人员和公众进行生物多样性保护的宣传和教育。特别注意在青少年一代进行自然保护的教育。人人从我做起，从现在做起，善待地球上的一草一木，不仅要有法制观还要有道德观，形成风气，树立荣辱观。2005年国际生物多样性日的主题是“生物多样性——变化世界的生命保障”。

滥捕乱食野生动物是十分有害的。目前上餐桌的野生动物一般都没有经过检疫，而由于生活环境被污染以及用毒物捕杀等原因，绝大多数的野生动物体内都有寄生虫、有害激素、细菌和有毒物质，相当多的野生动物本身就是寄生虫和病原体的宿主，未经检疫而食用，会直接把寄生虫和病原体带入人体。另外，许多毒素在食物链的环节中，逐级积累，人类食用的往往是毒素蓄积了几级的动物，如用有机氯农药杀虫，青蛙吃虫，蛇吃青蛙，到蛇体中有机氯已积累很多，人再吃蛇就危险了。

我国目前的法律，只能对无许可证从事贩卖、猎杀野生动物活动的个人和企业进行处罚，而对食客则还没有相应的处罚措施。因此，增强民众的生态环保意识、自觉保护野生动物已是迫在眉睫。

国家林业局2003年8月确定了商业性经营利用驯养繁殖技术成熟的陆生野生动物名单。该名单确定54种驯养繁殖技术成熟的陆生野生动物可以进行商业性经营利用，蛇被拒于名单之外。因为到目前为止，人类还无法对蛇进行驯养繁殖，所有的蛇在室内都无法繁殖，只能生存于野外，而单纯地生于野外的野生动物从来都是不许经营利用的。

案例介绍：某同学2001年1月捡到一只受了伤、无法飞翔的猫头鹰，便把它带回家。在这之后的3个月里，每天定时为小猫头鹰上药、清洗伤口，细心喂养。在她的精心护理下，受伤的小猫头鹰逐渐痊愈。她看到这些年一些餐馆把猫头鹰也列入菜单，非常伤心，于是产生了一个想法：把小猫头鹰训练成鸽子模式让它能定期回家，这样猫头鹰受伤时，就可以回家疗伤了。之后，她精心喂养这只已痊愈的猫头鹰。那年底的一天清晨，她第一次打开鸟笼，把它放飞。傍晚，小猫头鹰竟然飞回了鸟笼。2002年3月，该同学以"人工饲养猫头鹰，建立生态保护园"作为课题参加第6届"全国青少年科技创新大赛"，却没能获得参赛的资格，原因是这个课题涉及私自喂养国家二级保护动物，必须获取林业部门的相关批准和证明。尽管她舍不得朝夕相处一年的猫头鹰，但在提高认识之后，她终于决定：让小猫头鹰回归大自然。

案例分析：捡到受伤、迷途的野生动物怎么办？不少好心人将其带回家饲养。这种做法不可取。正确的做法是立即拨打电话向野生动物保护部门报告。

根据《中华人民共和国野生动物保护法》，驯养繁殖国家重点保护野生动物应当持有许可证，相关主管部门发放许可证必须综合考虑养殖目的、技术能力、场所设施等条件，而一般人不具备这些必要条件。其次，野生动物，尤其是猛禽类动物较难训练，即使能够让其形成条件反射行为，从物种进化角度来说也是违背自然规律的，长期驯养还将使其丧失野外生存能力。另外，猛禽类野生动物人工饲养成功率较低，很多品种在饲养条件下无法正常繁殖。

3. 根据我国生物多样性特色与研究基础，应在关键地区对关键类群进行有关保护生物学、迁地保育与就地保育的机理和结构方面的深入系统研究，奠定我国生物多样性保育与持续利用的基础。特别注意对"三有"动物的保护。"三有"动物是指有益、或者有重要经济价值、或者

有科学研究价值的野生动物,受国家法律法规保护。

4.应采取的关键应用技术、高新技术及思路

(1)分子生物学、细胞工程、克隆技术、分子遗传学:迁地保育和就地保育都需要利用各种生物技术。如花药培养,染色体工程技术,组织培养,快速繁殖技术,原生质体培养为再生植体,动物的胚胎移植、分割、体外受精、胚胎保存、嵌合、核移植等高新技术的应用。提高转基因工程、克隆技术在生物繁育中的作用。

今后应更注意遗传多样性的研究,如种群内个体间遗传多样性、基因多样性、种内遗传品系的分化及地理分布,以及种群数量增长或灭绝、致濒危的遗传因素等。在理论方面,应加强对自然种群遗传变异和分子进化等过程的分子遗传学研究。

(2)遥感、GIS、模型等信息科学的应用:建立监测与信息系统,加强生态定位研究基地的建设,系统深入地进行生态系统结构、功能、演替、物种消长等方面的研究,要注意与全球变化的响应相联系。要建立生物多样性全国信息系统。全国统一一个中心,制定统一的计算机管理标准,实现全国资料数据库的联网,加强沟通与共享;提升信息资源的利用率,克服重复研究的浪费;并加强与国际自然保护组织的联网,争取国际上更多的援助。

建立完整的信息系统需要完善的生物多样性编目。包括生态系统编目、物种编目、遗传资源编目。目前已做了大量工作,取得了卓著的成果,但从自然界多样的生物与人类认识的生物相比还只是九牛一毛。因此这是一项长期的,也是艰苦的工作。高校要注意培养具有刻苦献身精神的生物分类学工作者,否则今后十五年将会紧缺这方面人才。生物分类要结合采用分子遗传学、染色体分类等高新技术。

(3)应用高新技术和完善的法律体系建立自然保护区:就地保护的最好方法是建立自然保护区,要“抢”建保护区,自然地带不可再生,消失了就没有了,可再生的就不是自然的,而是人工的。因此,要有一套保护区建设的高新技术和科学理论作为支撑条件。

(4)对影响生物多样性健康的外来种入侵要科学甄别,不要一概而论。主要是因地制宜加强防治、控制措施的科学研究。要应用科技力量,扬长避短,发挥有益的一面为发展国民经济服务。

第六节 自然保护区的建设和进展

一、自然保护区的定义、功能和意义

(一)定义

1.自然保护:保护人类赖以生存的自然环境和自然资源使其免遭破坏,为人类自身创造舒适的生活、工作和生产条件。

2.自然保护区:是指对有代表性的自然生态系统、珍稀濒危野生动植物物种的天然集中分布区、有特殊意义的自然遗迹等保护对象所在的陆地、陆地水体或者海域,依法划出一定面积

予以特殊保护和管理的区域。

凡具有下列条件之一的，应当建立自然保护区：①典型的自然地理区域、有代表性的自然生态系统区域以及已经遭受破坏但经保护能够恢复的同类自然生态系统区域。有代表性的自然生态系统是指山地、森林、草原、水域、滩涂、湿地、荒漠、岛屿和海洋等；以及水源涵养林和重要的自然风景区。②珍稀、濒危野生动植物物种的天然集中分布区域。③具有特殊保护价值的海域、海岸、岛屿、湿地、内陆水域、森林、草原和荒漠。④具有重大科学文化价值的地质构造、著名溶洞、化石分布区、冰川、火山、温泉等自然遗迹。自然遗迹包括自然历史遗迹和地理景观等，如瀑布、山脊山峰、峡谷、古生物化石（如山东省的马山，面积仅 3 000 m^2，有距今 1.2 亿多年的硅化木群和恐龙等古生物化石，因此成了我国面积最小的国家级自然保护区）、地质剖面（如典型的丹霞地貌、岩溶地貌）、洞穴及古树名木群等。

所谓的“依法”就是要经过各级政府或有关部门批准。晋升国家级自然保护区和国家级自然保护区功能区的调整必须经国家级自然保护区评审委员会评审通过，评审委员会办公室设在国家环保总局。

我国《自然保护区条例》第八条规定，我国现行的自然保护区管理体制是综合管理和分部门管理相结合。如森林和野生动物类型的自然保护区归林业部门管理，海洋生物类归海洋与渔业部门管理，但综合管理仍然归环境保护部门。

（二）自然保护区的功能和意义

1. 展示生态系统的原貌。建立自然保护区能显示和反映出自然生态系统的真实面目，提供生态系统的“本底”。自然界中，生物与环境、生物与生物之间存在着相互依存、相互制约的复杂生态关系，这是生物进化发展的动力。

2. 作为生物物种及其群体的自然贮藏库。

3. 作为科学研究的天然实验室。自然保护区是进行科学研究理想的天然实验室。自然保护区为进行各种生物学、生态学、地质学、古生物学及其他学科的研究提供有利条件，为研究种群和物种的演变与发展，以及长期定位研究提供了良好的基地。

4. 是环境监测理想的对比站位。

5. 是活的自然博物馆。

6. 是普及自然科学知识和宣传自然保护的重要场所。

7. 提供一定的范围开展生态旅游活动。自然保护区丰富的物种资源，优美的自然景观，还可满足人类精神文化生活的需求。有条件的自然保护区可划出特定旅游区域，供人们参观游览。

在自然保护区的实验和经营区开展生态旅游是一种可持续发展的旅游业，这种旅游不应以牺牲环境为代价，而应与环境相和谐，并且使后代人享受旅游的自然景观与人文景观（主要是文化遗产）的机会与当代人相平等，并且，当代人要为后代人创造更新、更美的人文景观。

我国众多的人口虽然是巨大的旅游资源，但由于生态意识和生态道德素质相对还较低，往往在旅游中自觉不自觉地破坏环境。加之我国环境法制还不健全，旅游业又以多头、多方位、多区域、多种经济形式出现，并主要以营利为目的，因此对环境的影响将是巨大的。因此，我国生态旅游一定要加强环境立法和管理，尤其在自然保护区的一定范围内，特别是要注重环境容

量的研究、立法和管理。

8. 有助于区域环境改善、维持生态系统良性循环。自然保护区对本地和周围地区自然环境的改善，维持自然生态系统的正常循环和提高当地群众的生存环境质量，促进当地生态环境逐步向良性循环转化，起到了重要作用。

二、自然保护区的分类

（一）国际上的分类

自从1872年美国建立了世界上第一个自然保护区——黄石公园以来，全世界各国都陆续建立了各种类型的自然保护区。由于保护对象的不同、管理目标的不同和管理级别的不同，各国在保护区的名称上也是五花八门，各有特色。

为了解决保护区类型各不相同的问题，国际自然保护联盟（IUCN）与国家公园委员会（CNPPA）经过多次的讨论和完善，于1993年形成了一个“保护区管理类型指南”。指南中将保护区类型按照管理类型来划分，最后确定为六种：

1a. 严格的自然保护区：具有突出的或典型的生态系统，为科学研究而管理的区域。

1b. 荒野保护区：广阔的未受干扰或只受轻微干扰的陆地或海洋地域，主要为荒野保护而管理的区域。

2. 国家公园：主要为生态系统保护和游憩而管理的保护区。

3. 自然纪念地：主要为保护特殊的自然特征而管理的保护区。

4. 生境/物种管理区：主要通过管理的介入而保护自然生境和生物物种的保护区。

5. 陆地景观/海洋景观保护区：主要为保护陆/海景观和游憩而管理的保护区。

6. 受管理的资源保护区：主要为自然生态系统的可持续性利用而管理的保护区。

（二）中国的分类

1993年国家环保局批准了《自然保护区类型与级别划分原则》，并设为中国的国家标准。该分类根据自然保护区的保护对象来划分，将自然保护区分为三个类别九个类型（表6-1）：

表6-1　我国自然保护区划分的三个类别九个类型

类　别	类　型
自然生态系统类	森林生态系统类型
	草原与草甸生态系统类型
	荒漠生态系统类型
	内陆湿地和水域生态系统类型
	海洋和海岸生态系统类型
野生生物类	野生动物类型
	野生植物类型
自然遗迹类	地质遗迹类型
	古生物遗迹类型

三、我国自然保护区的功能分区

根据《中华人民共和国自然保护区条例》第二章第十八条关于分区的规定，自然保护区可以分为核心区、缓冲区和实验区。

核心区：自然保护区保存完好的天然状态的生态系统以及珍稀、濒危动植物的集中分布地，应当划为核心区，禁止任何单位和个人进入；除依照条例的规定经批准外，也不允许进入从事科学研究活动。

核心区的面积一般不得小于自然保护区总面积的三分之一。核心区可在科学研究中起对照作用。因科学研究的需要，必须进入核心区从事科学研究观测、调查活动的，应当事先向自然保护区管理机构提交申请和活动计划，并经省级以上人民政府有关自然保护区行政主管部门批准；其中，进入国家级自然保护区核心的，必须经国务院有关自然保护区行政主管部门批准。

缓冲区：核心区外围可以划定一定面积的缓冲区，只准进入从事科学研究、观测活动。

缓冲区宽度一般不应小于 500 m。禁止在自然保护区的缓冲区开展旅游和生产经营活动。因教学科研的目的，需要进入自然保护区的缓冲区从事非破坏性的科学研究、教学实习和标本采集活动的，应当事先向自然保护区管理机构提交申请和活动计划，经自然保护区管理机构批准。

实验区：缓冲区外围划为实验区，可以进入从事科学试验、教学实习、参观考察、旅游以及驯化、繁殖珍稀、濒危野生动植物等活动。

原批准建立自然保护区的人民政府认为必要时，可以在自然保护区的外围划定一定面积作为外围保护地带。

在自然保护区的核心区和缓冲区内，不得建设任何生产设施。在自然保护区的实验区内，不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施；建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。在自然保护区的实验区内已经建成的设施，其污染物排放超过国家和地方规定的排放标准的，应当限期治理；造成损害的，必须采取补救措施。

在自然保护区的外围保护地带建设的项目，不得损害自然保护区内的环境质量；已造成损害的，应当限期治理。

最近几年，由于建设事业的发展，一些自然保护区范围与国家重大工程建设和重要的民生事业发生矛盾。国家环保总局 2002 年 1 月作出了《国家级自然保护区范围调整和功能区调整及更改名称管理规定》，对确因保护和管理工作及国家重大工程建设需要，必须对国家级自然保护区范围进行调整的，必须由国家级自然保护区所在地的省、自治区、直辖市人民政府或国务院有关自然保护区行政主管部门向国务院提出申请。由国务院有关自然保护区行政主管部门提出申请的，应事先征求国家级自然保护区所在地的省、自治区、直辖市人民政府意见，提出申请，并抄报国务院环境保护行政主管部门。同时必须提交包括申请理由及项目审批、环境影响评价、综合科考等有关报告。许多地方级的自然保护区在发生类似情况时也同样要按照相关的程序，最后按批准建立该保护区的同级评审标准和评审程序进行审议和批准保护区的范围调整。

中国自然保护区的分级和命名

1. 自然保护区的分级

我国自然保护区实行等级制度。根据不同级别政府的批准，自然保护区划分为两个等级，即国家级自然保护区和地方级自然保护区。

2. 自然保护区的命名

中国自然保护区的命名方法有两种：

双名制：

国家级自然保护区："省名＋地名＋国家级自然保护区"。如黑龙江扎龙国家级自然保护区、海南东寨港国家级自然保护区等。

地方级自然保护区："省名＋地名＋自然保护区"。如云南省碧塔海自然保护区、湖南省索溪峪自然保护区等。

三名制：

有些特殊物种或自然历史遗迹的自然保护区，其名称不好用地名来表示其名称，所以只能用被保护的对象来命名自然保护区的名称，即"省名＋(县名)＋保护对象名称＋自然保护区"，如安徽扬子鳄自然保护区、福建龙海市红树林自然保护区等。

四、自然保护区的建设和规划

现在，自然保护区占国土面积的比例已成为衡量一个国家(或地区)自然保护事业发展水平、科学文化水平和社会文明进步的重要标志。

我国第一个自然保护区是 1956 年建立的广东鼎湖山自然保护区。该保护区面积 1 140 hm^2，靠近北回归线。北回归线经过的大陆除我国之外其他地区几乎都是沙漠，而我国该地理位置受热带季风气候影响，却生长了大量常绿阔叶林，有植物 2 400 多种。

现在自然保护区的发展速度较快，进入平稳发展阶段。70%的陆地生态系统种类、80%的野生动物和 60%的高等植物，特别是国家重点保护的珍稀、濒危野生动植物的绝大多数都在自然保护区内得到了较好的保护。

近 10 多年来，我国自然保护区建设突飞猛进。据国家林业局有关部门统计，自 1956 年我国第一个自然保护区建立起，我国 1997 年底保护区面积与国土总面积比例已达 7.69%，超过了 6%的国际水平(1997 年)。截至 2004 年底，全国共建立各类、不同级别的自然保护区 2 194 个，总面积 14 822.6 万公顷(其中陆域面积约 14 222.6 万公顷，海域面积约 600 万公顷)，陆地自然保护区面积约占国土面积的 14.8%。其中国家级自然保护区 226 个，面积 8 871.3 万公顷，分别占全国自然保护区总数和总面积的 10.3%、59.9%。与 2003 年相比，自然保护区数量增加了 195 个，面积增加了 424.5 万公顷。目前，进入《人与生物圈计划》的生物圈保护区数量 25 个，如吉林长白山、四川卧龙、贵州梵净山等；加入《世界遗产公约》的保护区数量 7 个(只指被联合国教科文组织列为自然遗产和自然文化双遗产)，如九寨沟、武夷山、张家界、庐山等。

2000 年 7 月，我国面积最大(3 180 万公顷)的自然保护区——三江源自然保护区建立，保

护对象是长江、黄河和澜沧江源头湿地和高原珍贵的野生动植物。

自然保护区面积占全国自然保护区总面积较大的四个省区：西藏、新疆、青海、甘肃。这4省、区的自然保护区面积占全国自然保护区总面积的68.64%（四个省、区土地面积约占全国面积的41%）。

目前我国自然保护区占陆地国土面积比例已超过发达国家12%的平均水平，居世界前列，基本形成了布局合理、类型齐全、结构平衡、覆盖全国的自然保护区网络。

西部开发，生态先行。我国在生物多样性较为丰富，生态环境相对脆弱的西部地区，已抢救性建立起一批各种类型的自然保护区，使西部地区自然保护区的数量占到全国的3/4。

云南省是我国自然保护区数量最多的省，共建成自然保护区160个，总面积近300万公顷，占全省总面积的7.6%。

西藏自治区自然保护区面积居全国第一。西藏现有珠穆朗玛峰自然保护区、墨脱自然保护区、羌塘自然保护区等国家级自然保护区3个，自治区级自然保护区14个，总面积达3 819万公顷，占全自治区总面积的32.7%。

我国保护区建设遵循的十六字方针是："全面规划，积极保护，科学管理，永续利用。"1995年制定的《海洋自然保护区管理办法》提出了"贯彻养护为主，适度开发，持续发展"的方针。

建设自然保护区要认真做好核心区、缓冲区、实验区（生产、旅游活动区）的规划。规划是前提，建设是基础，管理是保证。

除了国家级、省市区级自然保护区外，还可由村、乡建立一些自然保护小区，多层次、多体制地进行管理。建立有效的自然保护监督管理体制与社会主义市场经济基本适应的自然保护法规政策体系。自然保护区要在"保护第一"的前提下，合理、充分利用自然资源，积极开展多种经营，要多方筹措资金，才有可持续发展的后劲。

国际上与自然保护有关的组织、公约

（1）国际自然保护联盟（International Union for Conservation of Nature and Natural resources——IUCN）。其中下设机构：国家公园和保护区委员会（Commission of National Parks and Protected Areas——CNPPA）主管自然保护区的工作。国际自然保护联盟于1948年10月5日，由联合国教科文组织和法国政府在法国的枫丹白露联合举行的会议上成立，总部设在瑞士的格朗。IUCN是国际自然保护组织的带头人。

宗旨：通过各种途径，保证陆地和海洋的动植物资源免遭损害，维护生态平衡；研究监测自然和自然资源，根据监测所取得的情报资料对自然及其资源采取保护措施；鼓励政府机构和民间组织关心自然及其资源的保护工作；帮助自然保护计划项目实施以及世界野生动植物基金组织的工作项目的开展。

（2）世界自然基金会（World Wild Fund for Nature——WWF）的前身是世界野生生物基金会。世界自然基金会是全球性保护自然和野生生物的国际组织，成立于1961年。基金会拥有庞大的国际保护网络，对推动世界自然保护工作起了巨大的作用。

(3)人与生物圈计划（Man and the Biosphere Programme——MAB)人类现在面临的主要问题是人类和生物圈的生态平衡问题。1968年联合国教科文组织正式提出设立人与生物圈计划。计划提出了14个方面的关于自然资源合理利用和保护的研究课题。

(4)《世界遗产公约》为国际三大栖息地公约之一(其余两个分别是《拉姆萨尔湿地公约》和《生物多样性公约》)。联合国教科文组织于1972年11月16日通过了此公约。许多文化或自然遗产具有突出的重要性,因而须作为全人类世界遗产的一部分加以保护,整个国际社会有责任通过提供集体性援助来参与保护具有突出的普遍价值的文化和自然遗产。

世界遗产公约规定下列各项应列为自然遗产:

第一,从美学或科学角度看,具有突出的普遍价值的、由自然和生物结构所组成的自然面貌。

第二,有突出的普遍价值的自然结构,以及明确规定的濒危动植物物种生活境区。

第三,从科学、保护或自然美的角度来看,具有突出的普遍价值的天然名胜或明确划定的自然区域。

世界遗产委员会在实施细则中规定,自然遗产必须符合其中一个或几个标准,以及附带的完整性条件。

自然遗产的具体评定标准共有四个:

第一,代表地球演化的各主要发展阶段的典型范例,包括生命的记载、地形发展中主要的地质演变过程或具有主要的地貌或地文特征;

第二,代表陆地、淡水、沿海和海上生态系统植物和动物群的演变及发展中的重要过程的典型范例;

第三,具有绝妙的自然现象或稀有的自然景色和艺术价值的地区;

第四,最具价值的自然和物种多样性的栖息地,包括有珍贵价值的濒危物种。

(5)《关于特别是作为水禽栖息地的国际重要湿地公约》(1971年2月2日订于拉姆萨尔,经1982年3月12日议定书修正),是一个保护和合理利用湿地资源的政府间国际条约。

第七节　国土资源保护

一、土地的基本国情

土地是财富之母，民生之本，是直接保障人类生存的自然资源。我国以不到世界10%的耕地养活了占世界22%的人口，土地资源在国民经济中占有重要地位。传统的“地大物博”观念中，存在着对我国土地资源国情认识的误区。我国国土总面积为960万平方公里，居世界第三位，但面对13亿人口这样一个巨大的分母，我们的人均土地面积仅相当于世界平均水平的1/3。人多地少，耕地资源严重紧缺，形势紧迫。珍惜土地和合理利用每一寸土地应成为全民的自觉行动。

目前我们对土地的利用还存在着种种不合理现象，存在用途不合理和利用效率不高等问题，滥占乱占土地严重，耕地流失严重。这种粗放的利用模式潜力殆尽，并且已经让我们付出太多的沉重代价。近年来，一些地方乱占耕地、浪费土地的问题没有从根本上解决，耕地面积锐减，土地资产流失，影响了粮食生产和国民经济的稳定发展。土地是不可再生的资源，对土地的浪费破坏将对人类生存造成长远影响，关系着子孙后代的利益。

根据国土资源部近期对各省、自治区、直辖市2000年度土地利用现状进行的变更调查：截至2000年10月31日，我国耕地面积为12 824.3万公顷，年内净减少耕地面积96.2万公顷。在这些减少的耕地中，全年建设占用耕地16.3万公顷；当年灾毁耕地6.2万公顷；全国因农业结构调整减少耕地26.6万公顷；全国生态退耕76.3万公顷。

我国土地管理工作的重点是进一步整顿和规范土地市场秩序活动，同时也对土地市场建设提出更多更高的要求，不仅要促进经济持续快速发展，也要促进社会可持续发展，实现资源的合理利用和环境保护。

土地资源总量多，人均占有量少，尤其是耕地少，耕地后备资源少（即一多三少）是我国土地的基本国情。

尽管我国自然资源总量丰富，但人均相对不足。质量、结构和布局等许多方面都有不尽如人意之处，在开发利用上还存在不少问题。

2003年全国耕种的耕地面积为12 339.22万公顷，全国净减少耕地253.74万公顷，比2002年减少2.01%。2000年底，全国人均耕地仅为0.100 6 hm^2，只占世界人均耕地的45%。2002年降为0.098 hm^2；2003年又降为0.095 hm^2。2004年全国耕地净减少163.93万公顷。其中，建设占用耕地（包括查出往年已经建设但未变更上报的建设占用耕地）29.28万公顷，灾毁耕地6.33万公顷，生态退耕73.29万公顷，因农业结构调整减少耕地20.47万公顷，土地整理减少耕地34.56万公顷。

一方面耕地面积在大量减少，土地退化、损毁严重，土地后备资源不足；另一方面，土地利用粗放、利用率和产出率低；浪费土地的情况十分严重。城市用地增长远快于城市人口增长。1997年至2004年，中国耕地面积减少了5.7%，8年之间净减少耕地746.7万公顷。其中基

本农田面积仅1亿公顷左右。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十个五年计划纲要(草案)》提出:2005年要确保耕地面积不低于12 800万公顷,随着人口的增加和经济的发展,实现这一计划的形势是非常严峻的。

为了保护耕地,政府落实最严格的耕地保护制度,进行征地制度改革,认真组织开展基本农田保护检查工作;严把新增建设用地审查报批关;认真开展耕地占补平衡检查和清欠耕地补偿费工作;征地管理实行必须执行规划计划、必须充分征求农民意见、必须补偿安置费足额到位才能动工用地、必须公开征地程序和费用标准及使用情况的“四个必须”;推进征地制度改革,完善征地补偿安置制度;落实国务院关于将部分土地出让金用于农业土地开发的要求,各地普遍加大土地开发整理力度。

另外,基本农田实行“五不准”:不准非农建设占用基本农田(法律规定的除外);不准以退耕还林为名违反土地利用总体规划减少基本农田面积;不准占用基本农田进行植树造林,发展林果业;不准在基本农田内挖塘养鱼和进行禽畜养殖,以及其他严重破坏耕作层的生产经营活动;不准占用基本农田进行绿色通道和绿化隔离带建设。农村建设用地则实行“七不报批”:如对土地市场秩序治理整顿工作验收不合格的不报批;未按规定执行建设用地备案制度的不报批;城市规模已经达到或突破土地利用总体规划确定的建设用地规模,年度建设用地指标已用完的不报批;已批准的城市建设用地仍有闲置的不报批;未按国家有关规定进行建设用地预审的不报批;建设项目不符合国家产业政策的不报批。

1991年5月24日,国务院第83次常务会议决定,把每年6月25日,即《土地管理法》颁布纪念日定为全国土地日。1991年6月25日是第一个全国“土地日”。这标志着我国成为世界上第一个为保护土地而设立专门纪念日的国家。

每年的“土地日”,全国土地行政管理部门都要根据当时土地利用情况提出宣传主题,并举行大规模的宣传活动。如:第14个全国“土地日”(2004年)宣传的主题是“科学发展,珍惜土地”,科学发展就是要坚持科学发展观,彻底摒弃粗放的土地利用方式,这既是历史教训,也是社会发展的必然要求。坚持科学发展观就是要走土地资源的可持续发展道路,集约高效地利用土地。

二、土地荒漠化和沙尘暴问题

(一)土地荒漠化的危害

地球陆地表面极薄的一层物质,也就是土壤层,对于人类和陆生动植物生存极为关键。没有这一层土质,地球上就不可能生长任何树木、谷物,就不可能有森林或动物,也就不可能存在人类。荒漠化,就是指这一层土质的恶化,有机物质下降乃至消失,从而造成表面沙化或板结而成为不毛之地,包括沙漠和戈壁。

1994年10月联合国《防治荒漠化公约》将荒漠化定义为:包括气候变异和人类活动在内的种种因素造成的干旱、半干旱和亚湿润干旱地区的土地退化。

“土地退化”是指由于使用土地或由于各种人为和自然的原因,致使干旱、半干旱和亚湿润干旱地区雨浇地、水浇地或使草原、牧场、森林和林地的生物或经济生产力和复杂性下降或丧失,其中包括:①风蚀和水蚀致使土壤物质流失;②土壤的物理、化学和生物特性或经济特性退化;③自然长期丧失。根据地表形态特征和物质构成,荒漠化分为风蚀荒漠化、水蚀荒漠化、盐

渍化、冻融及石漠化。

联合国亚太经协会根据亚太区域特点，提出荒漠化还应该包括“湿润及半湿润地区，由于人为活动所造成环境向着类似荒漠化景观变化的过程”。

我国位于亚太地区，结合我国实际，所谓土地荒漠化是指由于人类不合理的经济活动或气候变异破坏了脆弱的生态系统，造成干旱、半干旱以至半湿润、湿润地区的土地质量下降，生态环境恶化甚至土地生产力完全丧失的土地退化过程。它不仅包括已经荒漠化的土地，而且包括正在荒漠化过程中的土地。

我国是世界上荒漠化面积最大、受危害最严重的国家之一。荒漠化土地总面积为267.4万平方公里，占国土陆地面积的27.9%，占干旱、半干旱和亚湿润干旱区总面积的79.1%(高于全球69%的平均水平)，荒漠化土地的面积已经超过现有耕地面积的总和。荒漠化主要分布在西北、华北和东北西部，全国约有1 500万公顷农田、1.35亿公顷草场、8 000多公里铁路和3万公里公路、5万公里沟渠道以及许多城镇、工矿、水库和全国1/3人口受到荒漠化威胁。荒漠化及其引发的土地沙化被称为“地球溃疡症”，危害表现在许多方面。荒漠化对一些大中城市、工矿企业及国防设施构成严重威胁，破坏了交通、水利等生产基础设施，加剧了贫困程度。全国超过1/6的国家级贫困县和1/4的农村贫困人口集中于荒漠化地区，成为中国扶贫攻坚的难点、重点；1998年，西北五省区农民人均纯收入只有全国平均水平的2/3。几年来，我国的荒漠化治理工作虽然取得了举世瞩目的成绩，并在局部地区控制了荒漠化的扩展，但还未能从根本上扭转荒漠化土地扩大的趋势，仅沙化土地仍以每年2 460 km^2 的速度蔓延，相当于每年损失一个中等县的土地面积。1994年至1999年间，全国荒漠化土地净增5.2万平方公里，年均增长1万多平方公里。荒漠化已成为严重制约我国经济社会可持续发展的重大环境问题。2002年9月9日至13日“中国荒漠化与沙尘暴经验交流会暨学术研讨会”在沙尘暴的源头之一——内蒙古锡林浩特举行。会上公布最新监测结果显示，中国的荒漠化面积已达267.4万平方公里，占国土面积的27.8%。

全世界土地荒漠化状况

目前，全世界100多个国家的荒漠化土地有4 560万平方公里，相当于俄罗斯、加拿大、中国和美国国土的总和，而且荒漠化土地正以每年3.5%的速度递增。全世界用于农业的57亿公顷可耕旱地中，约70%的土质已退化，约占全球陆地面积的30%。其中非洲荒漠化现象最严重，总面积14.325 9亿公顷的干旱地区中有73%已不同程度地退化。亚洲受荒漠化影响的土地面积最广，已近14亿公顷。全世界受荒漠化直接影响的人口现已超过2.5亿，另有12亿多人口面临荒漠化的威胁。每年因荒漠化遭受的经济损失达420亿美元。

(二)土地荒漠化的原因

除了气候变化的自然原因之外，造成土地荒漠化的原因有：人口过度增长、经济发展中的不合理开发。

不合理的土地开发利用，如：过度放牧、过度开垦、过度樵采、乱采滥伐(甘草事件，桂林的“根雕热”)、陡坡垦耕，造成植被破坏、水土流失。

由于荒漠化造成的严重后果及扩展的趋势，引起了国际社会极大的关注。在 1992 年联合国环境与发展大会上，防治荒漠化被列为国际社会优先采取行动的领域，大会成立了《联合国关于在发生严重干旱和荒漠化的国家特别是在非洲防治荒漠化的公约》谈判委员会。1994 年 6 月 17 日，《公约》的正式文本完成，包括中国在内的 100 多个国家在《公约》上签字。1994 年 12 月 19 日，联合国第四十九届大会又通过决议，宣布从 1995 年起，每年 6 月 17 日为“世界防治荒漠化和干旱日”，旨在提高世界各国人民对防治荒漠化重要性的认识，唤起人们防治荒漠化的责任感和紧迫感。

(三)沙尘暴问题

沙尘暴是由土壤沙化引起的。土地沙化是指因气候变化和人类活动不合理活动所导致的天然沙漠扩张和沙质土壤上植被破坏、沙土裸露的过程。

所谓的沙尘天气是指强风从地面卷起大量尘沙，使空气浑浊，水平能见度明显下降的一种天气现象。沙尘天气分为浮尘、扬沙、沙尘暴三类。

浮尘：均匀悬浮在大气中的沙或土壤粒子(多来源于外地，或是当地扬沙、沙尘暴天气结束后残留于空中)使水平能见度小到只有 10 km。

扬沙：风将地面尘沙吹起，使空气相当浑浊，水平能见度为 1～10 km。

沙尘暴：强风将地面尘沙吹起，使空气很浑浊，水平能见度小于 1 km。当水平能见度小于 500 m 时，定义为强沙尘暴。

我国北方地区的扬尘、浮尘、沙尘暴，沙源并不是来自沙漠，因为沙漠沙的颗粒大，不可能被气流带上四五百米的高空，更不可能刮到成百上千公里以外。城市沙尘天气的沙源，主要是北方地区被人类不适当的生产活动严重破坏的草原区。最近的一项研究表明：沙尘暴的沙源 70%来自境外地区。实际上，土地荒漠化也是全球性的环境问题，是地球上所有居民面临的十大全球性生态环境问题之一。

西北、华北的沙尘暴甚至影响到厦门市的空气质量，监测数据表明 2001 年 3 月份厦门市空气污染指数持续近一周超过 75，最高达 88，创下空气质量日报实施以来污染指数持续居高不下的记录。

(四)治理对策

荒漠化扩展，沙尘暴肆虐，最根本的原因是生态系统出了问题。防是治本之道，主要指防止人类活动的负面环境效应，因此必须整合全社会的力量，合理利用地方资源，建立适宜的产业结构；治是应急之路，主要指通过一定的工程技术措施，对已经荒漠化了的土地进行生态重建和恢复。只有防治结合，才能标本兼治。

1. 组织广大群众防沙治沙，要有规划、有步骤、求规模、求效益

我国政府把保护环境确定为基本国策，实施经济、社会、资源、环境和人口相协调的可持续发展战略。

我国已将防治荒漠化纳入国民经济和社会发展计划，先后制定了《中国 21 世纪议程林业行动计划》、《全国生态建设规划》、《中国环境保护 21 世纪议程》、《中国履行联合国防治荒漠化公约行动方案》等重要文件，组织跨区域、跨流域、跨行业的大规模生态工程建设，加速治理荒漠化土地，坚持经济建设和环境建设同步规划、同步实施、同步发展。

建立各级政府领导协调机构，强化防治荒漠化的组织保障。我国政府成立了由国务院 18

个部门组成的中国防治荒漠化协调小组和《联合国防治荒漠化公约》中国执行委员会，办公室和秘书处设在国家林业局，加强对全国防治荒漠化工作的组织、协调和指导。

2. 政策的配合和导向

防治土地荒漠化是国家一项重大战略决策，是跨世纪的宏伟工程。我国政府不断加强防治荒漠化法制建设，建立有效的法律保障体系。水土流失评价是环境影响评价的一项重要内容。进一步放宽政策，坚持谁治理谁受益的原则，拍卖沙荒地的使用权；加强用地审批制度。我国 20 世纪 70 年代以来，先后颁布实施了一系列涉及环境保护的法律，如《中华人民共和国森林法》、《中华人民共和国草原法》、《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国环境保护法》等。1994 年中国签署《联合国防治荒漠化公约》后，就着手完善防治荒漠化法律体系。1998 年全国人大通过了修改后的《中华人民共和国土地管理法》，将防治荒漠化纳入该法。经过多年的努力，《中华人民共和国防沙治沙法》于 2001 年 8 月 31 日正式颁布实施。

2000 年 6 月 14 日，国务院发布《关于禁止采集和销售发菜制止滥挖甘草和麻黄草等有关问题的通知》。国家环境保护总局、监察部和农业部联合对宁夏和广东两省区进行了林草保护重点检查。据营养成分分析，发菜的营养价值并不高，也没有药用价值，只是由于发菜与“发财”谐音，迎合了人们图吉利的心理，才刺激了消费。但采摘发菜的破坏性却极大。由于发菜与其他草类混生，并缠在其他草茎上，采摘发菜一般要将周围的草丛一并铲除。据测算，采 2 两发菜要破坏 6 670 m^2 的草场。而且人群涌入草场后，吃、住、烧、占等造成的破坏更大。因此，按照国务院禁止采集和销售发菜的精神，厦门市 2000 年 10 月起就禁止了发菜在市场上流通、销售，一些继续经营发菜的单位和个人将受到处罚。

3. 先进和高新技术的应用

当前防治荒漠化和沙尘暴需要重视五大问题：作为一项复杂的系统工程，防治荒漠化和沙尘暴要加强多学科合作研究；要加强理论研究和实际工作的结合；要综合运用多学科知识，实施防治结合的战略；要因地制宜做好规划；要加大制度创新与治理投入力度。探索一批不同条件下沙区综合治理开发的模式，如引水拉沙造田、沙地衬膜水稻、生物固定流沙、沙地飞播造林种草、封沙育林育草、超快速高吸水性树脂(SSAP)等。我国还成立了由来自各行各业 20 多位高级专家组成的防治荒漠化高级专家顾问组，强化了对荒漠化防治的科技支撑，重视发挥科技人员的作用，重视防治荒漠化的科研与推广工作。

4. 广泛开展宣传，提高防治荒漠化公众意识，动员全社会广泛参与

自 1995 年 6 月 17 日第一个世界防治荒漠化和干旱纪念日以来，每年 6 月 17 日中国都在北京及其他几十个大中城市组织大规模的防治荒漠化意识教育和宣传纪念活动，极大地提高了全社会防治荒漠化意识。举办大型咨询活动，通过各种展板、录像、报纸、电视进行宣传，组织不同层次的研讨会、学术会，全方位、多渠道开展防治荒漠化宣传月活动，取得了显著的意识教育的效果。每年的植树节、环境日、水日、防治荒漠化日、全国“土地日”都有大批的志愿者，植树造林、防沙治沙、改善环境。法律规定，凡男性 11～60 岁，女性 11～55 岁的中国公民，每年每人义务植树 3～5 棵，人人要为绿化祖国、防治荒漠化做贡献。

(五)水土流失的严峻形势

中国也是世界上水土流失最严重的国家之一，年均流失土壤 50 多亿吨，损失耕地 7 万公顷。据国务院 1990 年公布的遥感调查结果，全国水力和风力两种侵蚀形式的水土流失面积就达 367 万平方公里，占国土总面积的三分之一以上。其中黄河、长江、海河、淮河、松花江—辽

河、珠江、太湖等七大流域水土流失面积占我国水土流失面积近一半。水土流失严重地制约着社会经济发展，造成生态环境恶化。根据2003年公布的全国第二次遥感调查结果，全国水土流失总面积356万平方公里，占国土总面积的37.1%，其中水蚀面积165万平方公里，风蚀191万平方公里。水土流失遍布各地，几乎所有的省、自治区、直辖市都不同程度地存在水土流失，不仅发生在山区、丘陵区、风沙区，而且平原地区和沿海地区也存在，特别是河网沟渠边坡流失和海岸侵蚀比较普遍；水土流失在农村、城市、开发区和交通、工矿区都有发生。因此，水土流失仍然是中国的头号环境问题。

治理水土流失，对生态环境的优化，特别是对农村经济建设，意义重大。据统计分析，我国现有水土保持设施，每年可减少泥沙流失15亿吨，增加蓄水250亿立方米，增产粮食170亿千克，使1 000多万人脱贫。

改革开放以来，我国政府加强了水土保持生态环境建设的力度，实行了预防为主、全面规划、综合防治、因地制宜、加强管理、注重效益的方针，取得了巨大的成就。特别是1991年6月29日《中华人民共和国水土保持法》颁布实施后，我国的水土保持生态环境建设步入预防为主、依法防治的法制化轨道。当前要做的工作：一是要加强领导，科学规划。进一步落实地方行政领导的水土保持目标责任制，建立健全地方政府向同级人大和上级水行政主管部门报告水土保持工作的制度。根据新形势、新要求，编制好水土保持生态系统建设规划，并纳入国民经济和社会发展计划，组织和发动广大群众坚持不懈地治理水土流失。二是要总结经验，坚持以大流域为骨干、以小流域为单元的综合治理，实行山水田林路统一规划，因地制宜，工程措施、植物措施与保土耕作措施优化配置，形成综合防治体系。坚持水土资源保护与开发相结合，水土流失治理与群众脱贫致富、发展地方经济相结合。坚持多层次、多渠道、多元化的投入机制，不断深化改革，调动广大群众治山治水的积极性。三是要调整思路，加快水土流失防治步伐。当前要认真落实“退耕还林(草)，封山绿化，以粮代赈，个体承包”的政策措施，加大综合治理力度。四是要认真贯彻实施《水土保持法》，切实控制人为水土流失。要加强监督执法，严格禁止陡坡开垦、乱砍滥伐、滥挖乱倒，坚决制止人为造成新的水土流失；依法落实开发建设项目水土保持方案报告制度和“三同时”制度；加大执法力度，防止造成新的水土流失和生态破坏。

1998年，我国政府批准实施《全国生态环境建设规划》，把水土保持作为生态环境建设的主体工程和江河治理的根本措施，部署了水土保持工作，极大地加快了水土保持生态建设的进程。根据水利部制定的《全国水土保持生态环境建设规划》，全国水土保持生态环境建设的目标是：近期每年治理水土流失面积5万平方公里，到2010年使重点地区的水土流失得到初步治理，坚决控制住人为造成新的水土流失。到2030年，继续保持较高的治理速度，使全国水土流失治理程度达到75%以上，重点治理区的生态环境有明显的改观。远期到2050年，全国建立起适应国民经济可持续发展的良性生态系统，全国水土流失地区基本治理一遍，大部分地方可望实现山川秀美。

第八节　湿地保护

一、湿地的定义

湿地系指不问其为天然或人工，长久或暂时之沼泽地、泥炭地或水域地带，带有或静止或流动，或为淡水、半咸水或咸水水体者，包括低潮时水深不超过 6 m 的水域。它可以包括邻接湿地的河湖沿岸、沿海区域的滨海，以及湿地范围的岛屿。所有季节性或常年积水地段，包括沼泽、泥炭地、湿草甸、湖泊、河流及泛洪平原、河口三角洲、滩涂、珊瑚礁、红树林、水库、池塘、水稻田以及低潮时水深浅于 6 m 的海岸带等，均属湿地范畴。

二、湿地的作用

湿地是重要的国土资源和自然资源，其如同森林、耕地、海洋一样具有多种功能。湿地与人类的生存、繁衍、发展息息相关，是世界上最具生产力的生态系统和最富生物多样性的生态景观之一。它不仅为人类的生产、生活提供多种资源，而且具有巨大的环境功能和效益，在抵御洪水、调节径流、蓄洪防旱、控制污染、净化水质、调节气候、控制土壤侵蚀、促淤造陆、美化环境等方面，有其他系统不可替代的作用，被誉为“地球之肾”，受到全世界的广泛关注。在世界自然资源保护联盟（IUCN）、联合国环境规划署（UNEP）和世界自然基金会（WWF）的世界自然保护大纲中，湿地与森林、海洋一起并称为全球三大生态系统。全球湿地面积约为 5.7 亿公顷，占地球陆地面积的 6%。其中湖泊为 2%，酸沼为 30%，碱沼为 26%，森林沼泽为 20%，洪泛平原为 15%。红树林覆盖了约 2 400 万公顷的沿海地区，估计全球还保存了 6 000 万公顷的珊瑚礁。

三、我国湿地及保护情况

中国幅员辽阔，地理环境复杂，气候多样，造就了包括国际《湿地公约》列出的全部湿地类型。2002 年底统计表明，全国有 31 类天然湿地和 9 类人工湿地，主要类型有沼泽湿地、湖泊湿地、河流湿地、河口湿地、海岸滩涂、浅海水域、水库、池塘、稻田等天然湿地和人工湿地。2004 年全国湿地资源调查结果表明，中国现有湿地 3 848.55 万公顷（不包括约 3 800 万公顷的水稻田湿地），居亚洲第 1 位，世界第 4 位，世界各类型的湿地在中国均有分布。其中，自然湿地 3 620.05 万公顷，占 94%；库塘湿地 228.50 万公顷，占 6%。自然湿地中，沼泽湿地 1 370.03万公顷，近海与海岸湿地 594.17 万公顷，河流湿地 820.70 万公顷，湖泊湿地 835.16 万公顷。湿地内分布有高等植物 2 276 种；野生动物 724 种，其中水禽类 271 种，两栖类 300 种，爬行类 122 种，兽类 31 种。全国重点湿地 376 个，总面积 1 502.93 万公顷。广阔的湿地

提供了多种和巨大的经济效益、生态效益和社会效益，是国民经济可持续发展的重要资源。

保护好中国的湿地具有特殊的重要的意义。然而，随着人口的急剧增加，为解决农业用地的扩张和发展经济，对湿地的不合理开发利用导致中国天然湿地日益减少，功能和效益下降；捕捞、狩猎、砍伐、采挖等过量获取湿地生物资源，造成了湿地生物多样性逐渐丧失；湿地水资源过度开采利用，导致湿地水质碱化，湖泊萎缩；长期承泄工农业废水、生活污水，导致湿地水污染，严重危及湿地生物的生存环境。森林资源的过度砍伐，植被破坏，导致水土流失加剧，江河湖泊泥沙淤积等等，使中国湿地资源已经遭受了严重破坏，其生态功能也严重受损。

保护湿地就是保护我们人类自己。保护湿地是全人类的共同责任。世界各国为加强湿地保护，自 1971 年 2 月 2 日《关于特别是作为水禽栖息地的国际重要湿地公约》(简称拉姆萨尔湿地公约)诞生，截至 2001 年 1 月已有 123 个国家加入了这个公约，有 1 044 处湿地被列入《国际重要湿地名录》，总面积 8 000 多万公顷。保护和合理利用湿地愈来愈引起世界各国的高度重视，成为国际社会普遍关注的热点。中国政府 1992 年 7 月 31 日正式加入《湿地公约》，将湖南东洞庭湖、江西鄱阳湖、青海鸟岛、海南东寨港和香港米埔等自然保护区列入《国际重要湿地名录》，并将中国湿地保护与合理利用列入《中国 21 世纪议程》和《中国生物多样性保护行动计划》优先发展领域，在一定程度上推动了我国的湿地保护和管理工作。2002 年底进入《国际重要湿地公约》的保护区数量达 21 个；2004 年新申报了辽宁、云南、西藏和青海 4 省区 9 块国际重要湿地，使中国国际重要湿地达 30 个，面积达 346 万公顷。由国家林业局牵头，外交部、国家计委、财政部、农业部、水利部等国务院 17 个部门共同参加的中国湿地保护行动计划于 2000 年 11 月 8 日公布实施。这是中国今后一个时期内实施湿地保护、管理和可持续利用的行动指南，更是中国政府认真履行《湿地公约》势在必行的重大举措。这一计划的启动，将使湿地保护的部门行动朝着统一的方向发展。中国湿地保护行动计划的目标是在 2005 年前基本遏制住因人为因素导致的天然湿地数量下降的趋势，扩大湿地保护区面积，建设 10 处国家级湿地保护与合理利用试验示范区，基本形成中国湿地生物多样性就地保护网络体系。到 2020 年，通过实施退耕还林，退田还湖，疏浚泥沙等综合治理措施，使退化的湿地得到不同程度的恢复和治理，发挥明显的生态、经济和社会效益。2004 年，中国湿地保护的基础工作明显加强：国务院办公厅发出了《关于加强湿地保护管理的通知》，召开了全国湿地保护管理工作会议。《全国湿地保护工程实施规划》基本完成，在此基础上，9 个相关部门共同编制了《全国湿地保护工程实施规划(2005—2010 年)》，计划使中国 50％的自然湿地得到有效保护。

中国政府已确定的 11 种国家一级重点保护、22 种国家二级重点保护水禽以及典型湿地生态系统为重要保护对象。截至 2004 年，全国已有 1 600 万公顷，近 40％的自然湿地纳入 353 处保护区，得到较好的保护。

中国湿地保护的总目标是全面保护中国湿地及生物多样性，保护和发挥湿地生态的各种效益，保护湿地资源的可持续利用。

每年 2 月 2 日是世界湿地日。2003 年宣传主题是："没有湿地就没有水！"2004 年的宣传主题是："从高山之巅到大海之滨，湿地无处不在为我们服务。"2005 年的宣传主题是："湿地文化多样性与生物多样性。"这些主题体现了湿地的重要性，体现了人与自然和谐统一的思想。

我国湿地恢复与保护工程简介

湿地保护示范工程将在三江源地区、长江中下游地区、三江平原、松嫩平原和嫩江源头、高原湖泊、澜沧江流域、沿海以及红树林分布地区开展48项示范工程，并进一步加强我国国际重要湿地的建设工作，新建湿地监测站点242个，形成湿地监测体系并加强湿地保护的科研工作。

国家林业局已正式批准了内蒙古乌梁素海湿地生态保护示范工程建设可行性研究报告，项目现已进入实施阶段。这是国家林业局在全国范围内批准的第一个湿地生态保护示范项目。主要建设内容有：通过清理湖区水生植物疏导主退水通道、控制芦苇蔓延等措施，对乌梁素海地区的湿地水体生态环境进行综合治理。通过建设使项目区内实现湖水退水通畅，芦苇和沉水植物蔓延得到控制，湖水矿化度降低，湿地生物多样化得到保护，湖水水质和水体环境得到改善，湖泊沼泽化延缓。这一项目将为最终实现乌梁素海湿地生态系统的良性循环提供科学方案，同时也将为研究制定我国草型湖泊及其湿地生态环境建设提供依据。

在湿地保护行动计划里已确立了40个优先行动项目，它们是：

1. 建立中国湿地保护与合理利用综合管理的协调机制
2. 中国湿地资源保护利用政策法规和管理体制的研究
3. 开展系列化湿地保护与合理利用公众意识宣传教育
4. 湿地保护、管理人员培训教育
5. 中国湿地研究和资源动态监测体系建设
6. 建立湿地综合评价指标体系，评估国家重要湿地
7. 中国湿地生物多样性保护对策研究
8. 退化湿地生态系统恢复与重建技术研究、示范
9. 增加和扩大中国 Ramsar 地点
10. 中国湿地鸟类保护行动
11. 中国红树林保护与合理开发利用
12. 中国珊瑚礁生态系统的保护
13. 中国湿地水资源综合管理
14. 湿地开发的环境影响评价研究
15. 编制《中国湿地保护利用地图集》
16. 湿地保护与河流流域的综合管理
17. 滩涂与河口湿地保护示范区建设
18. 长江三峡水库区湿地保护与生态建设
19. 中国环渤海海岸湿地保护与合理利用
20. 三江平原湿地保护与可持续利用
21. 长江中下游湿地的恢复和重建
22. 辽河三角洲湿地生物多样性保护与资源持续利用
23. 黄河三角洲湿地及其生态系统可持续发展
24. 若尔盖高原湿地资源保护与合理利用
25. 松嫩平原湖群湿地保护与资源的可持续利用

26. 中国南方人工湿地高效生态农业模式研究示范
27. 塔里木河流域湿地资源状况调查及其保护措施研究
28. 澜沧江流域湿地可持续利用与生物多样性保护
29. 干旱地区天然湿地保留区和湿地自然保护区管理
30. 鄱阳湖水鸟保护和湿地资源的可持续利用
31. 洞庭湖水鸟和湿地资源的保护与合理利用
32. 油田开发湿地保护示范工程
33. 上海崇明东滩候鸟及湿地生态系统保护与开发示范
34. 青海湖湿地保护与资源持续利用
35. 建立长江与黄河河源国家级湿地自然保护区
36. 珠江口中华白海豚自然保护区建设
37. 新疆巴音布鲁克湿地生态系统保护及合理利用
38. 湿地生物多样性保护与可持续利用
39. 图们江区域环境
40. 交通建设湿地保护政策研究和示范项目

红树林是热带、亚热带潮间带特有的木本植物群落。红树林生态系统是世界上高生产力的生态系统之一。红树林对近海渔业有积极的促进作用，是海区生物能源的重要供应者。红树林作为沿海防护林的第一道屏障，对风浪具有强大的“消能”作用，同时其发达的根系，具有很强的固土能力，对固堤护岸、保护沿海的各种设施有很好的作用，是公认的“天然海岸卫士”。2004 年底发生在印度洋的海啸给世人敲响了警钟。此间专家提出，我们必须吸取教训，提高防灾意识，除加强沿海地区的防波堤建设外，应尽快恢复沿海的红树林。世界自然保护基金会负责人西蒙·克里普斯日前发表谈话说：“红树林和珊瑚礁可以起到减缓海啸和洪水冲击力的效果。它们不能完全阻止洪水，但我们看到有红树林的地方受灾程度大幅减小。”他举例说，泰国重灾区普吉岛的万豪酒店建在海龟孵卵区域，设计时严格遵照环保标准，附近的红树林保存良好，因此“那里遭受的破坏显然比其他地方小”。

第九节 生态恢复(生态修复)

一、生态恢复的定义

生态恢复包括人类的需求观、生态学方法的应用、恢复目标和评估成功的标准,以及生态恢复的各种限制(如恢复的价值取向、社会评价等)等基本成分。考虑到目标生态系统可选择性,从大时空尺度上恢复的生态系统可自我维持,恢复后的生态系统与周边生境具协调性,生态恢复就不可能一步到位。如果说恢复是指完全恢复到干扰前的状态,主要是再建立一个完全有本地种组成的生态系统,在大多数情况下,这是一个消极过程,它依赖于自然演替过程和移去干扰,积极的恢复要求人类成功地引入生物并建立生态系统功能。不管是积极还是消极恢复,其目标是促进保护,但这在短期内是不可能实现的。

国际恢复生态学会对生态恢复先后提出三个定义:生态恢复是修复被人类损害的原生态系统的多样性及动态的过程;生态恢复是维持生态系统健康及更新的过程;生态恢复是帮助生态整合性的恢复,并对其进行管理的过程,生态整合包括生物多样性、生态过程和结构、区域及历史情况、可持续的社会实践等广泛的范围。第三个定义目前得到较为广泛的采用。

生态恢复的许多定义都离不开回到历史状态的恢复目标。生态学理论认识到由于干扰破坏,造成了生态系统发展中的不连续性、不可逆性和不平衡性,在自然条件下生态系统不可能或者很难回到原先的状态。所以在制定生态恢复的目标中考虑的因素是多种多样的,因而也有了不同的定义。

“生态恢复”是相对于“生态破坏”而言,生态破坏可以理解为生态系统结构、功能和关系的破坏,生态恢复就是恢复生态系统的合理结构、高效的功能和协调的关系。生态恢复可以概括为:

(1)从生态和社会需求出发,恢复所期望达到的生态—社会—经济效益上的和谐;

(2)能够达到上述效益的生态系统的结构和功能;

(3)通过对系统物理、化学、生物甚至社会文化要素的控制,带动生态系统恢复,达到系统在相当长的一段时间内能保持自我维持状态。

在这样的理解下,生态恢复并不意味着在所有场合下,恢复的生态系统都是原先的生态系统,这既没有必要,也不可能,生态恢复最本质的是恢复系统的必要功能并使系统能够自我维持下去。

有人认为应提“生态修复”为宜,所谓生态修复指对生态系统结构或功能的修复。“修复”有别于“恢复”,恢复就是复原,而生态系统结构的某些破坏已经无法全部复原,尤其是不可逆的破坏只能在一定程度上修复。修复不同于恢复还在于,可以利用现代科学技术手段,使生态系统具备类似于原有的某些替代功能,就像人的肢体残缺后,不可能再生血肉肢体,但可以通过安装假肢,在一定程度上来替代原先肢体的功能。

二、生态恢复的重要性

人口的增长导致自然资源迅速变化的经济活动不可能停止，有必要开发全方位的资源管理来满足全社会的需求。然而，资源是有限的，要使所有生态系统提供商品和服务，必须加强受人为因素破坏的生态系统进行评价和恢复其功能。

生态恢复是对生物圈持续利用的关键。生态系统通过它的结构、功能、多样性及其内部动力为人们提供商品和服务。商品通常是有形的，然而生态服务来源于生态系统的过程。它的效益是非市场性的，不够具体的，难以度量的，然而却是非常重要的。生态恢复的目标必须在这些商品和服务间达到一种平衡，也就是我们经常所说的生态、经济和社会三个效益的统一，以确保人类的福利。生态恢复是可持续发展的重要内容，已成为当今国际发展的热点。

第十节　维护国家生态安全

一、国家生态安全的概念

维护国家安全，是任何一个主权国家政府最基本、最核心的功能。传统意义上的国家安全这一概念仅仅由军事安全、政治安全和经济安全三大要素构成。

新中国成立以来，我国经济建设和社会发展取得了令人瞩目的成就，但生态环境问题对国民经济和社会发展所带来的损失和影响也是巨大的，人与自然之间正发生着前所未有的矛盾冲突，生态环境加速恶化，淡水资源短缺，森林破坏，水土流失，沙漠化，沙尘暴，生物多样性丧失……这些已经并正在严重威胁着我国经济社会的健康发展和国家生态安全。因此，必须强化全民的资源环境危机意识，将保障国家生态安全作为同上述国家安全三大要素一样重要的一项战略目标，把对生态环境的保护上升到民族兴衰和国家存亡的高度，用“国家生态安全”激起全民族的生态忧患意识，真正扭转当前生态环境恶化的势头，实现生态环境的良性循环。

在国务院2000年发布的《全国生态环境保护纲要》中，首次明确提出了“维护国家生态环境安全”的目标 。这里首先要明确生态安全的含义，尽管目前还没有一个公认的定义，但可以确定，生态安全是国家安全和社会稳定的一个重要组成部分。国外对生态安全的研究早期主要集中在转基因生物、外来生物入侵、放射性物质的生态风险与生态安全、化学物质的使用对农业生态系统健康及生态安全影响等方面的微观研究，而宏观方面的研究更多的是关注生态系统健康评价和生态系统管理，并开展了不少景观生态规划的研究。生态安全是在生态系统健康的概念上发展起来的。生态系统健康更多的是关注生态系统自身的综合特征，它是生态系统发展的一种状态；生态安全则是从人类自身的需求出发，是人类对生态系统能否持续地提供服务的一种判断。

所谓国家生态安全，是指一个国家的生存和发展所需的生态环境处于不受或少受因生态失衡而导致破坏或威胁的状态，它从根本上关系到国家安全和国民的长远利益。越来越多的

事实表明，生态破坏将使人们丧失大量适于生存的空间，并由此产生大量生态灾民而冲击周边社会的稳定。保障国家生态安全，是生态保护的首要任务。

二、国家生态安全的内容

保障国家生态安全，关键在于确保各种重要自然要素的生态功能，特别是维护生态平衡的功能得到正常发挥。为此，《全国生态环境保护纲要》在生态保护任务中突出了对各类重要生态功能区的抢救性保护，以及在自然资源开发中对各类生态要素和生态系统的生态功能的保护。

现阶段国家生态安全的内容主要包括四个方面：①国土资源安全，包括国土资源的数量、质量和结构始终处于一种既能满足当代人又能满足后代人发展需要的有效供给状态；②水资源安全，指水资源的可持续利用，或者是水资源的供给和需求的动态平衡；③大气资源安全，指大气质量维持在生态系统可接受的水平或不对生态系统造成威胁和伤害的水平；④生物物种安全，指生物及其与环境形成的生态系统处于一种良性循环的状态，保证物种多样性、遗传多样性和生态系统多样性得到很好的维护。

三、国家生态安全体系建设及措施

我国幅员辽阔，对于大范围发生的生态灾害问题，都需要从大的尺度迅速建立宏观生态调控体系，着眼于大局，立足于整体，实行全国一盘棋，进行大的生态协作，才能从根本上搞好生态建设，维护国家生态安全。因此应全面启动国家生态安全工程——国家生态安全体系建设。国家生态安全体系是指从宏观生态系统出发，以生态安全为目的，以防止和克服生态失衡为重点而建立的具有层次结构的生态网络系统。它是从国家整体利益的高度，以大范围生态平衡为出发点，而建立的一个生态网络体系。

国家生态安全体系建设的基本结构是生态安全网络，网络的覆盖是全流域性或全国性的。整个网络的覆盖呈网状展开。网络又是有等级性的，不同地区生态安全网络不同。一级生态安全网络大致沿全国性山川体系和大型生态单元及地貌单元建构。二级生态安全网络是在每一个一级生态安全网络内展开的，在考虑区域山川林网体系建设的基础上，加强网络链上的生态走廊或生态屏障带建设和网络链接点的生态安全点的建设，每一个链接点都是一个生态安全意义上的生态控制点，以便在网络内部发生生态恶化时，能够实行迅速的生态蔓延和生态替补。人类活动频繁区和生态脆弱区应加强三级甚至四级生态安全网络建设，以实行更稳固的网络覆盖，保证各级生态站点之间的生态链接和生态畅通。

为了加强国家生态安全体系建设，必须采取以下措施：

1. 对重点地区的重点生态问题要实行更加严格的监控、防范措施。在生态功能保护区建设上，要采取主动、开放的保护措施，对区内的资源允许在严格保护下进行合理、适度的开发利用；资源开发的生态保护上，对水资源、土地资源、草原资源等不同的资源要提出控制要求。

2. 实施一些新的制度和措施，如建立和完善各级政府、部门、单位法人生态环境保护责任制；要将维护生态安全作为政府义不容辞的责任，像对待军事安全、政治安全和经济安全一样来对待生态安全问题；要把生态安全作为干部考核的一项硬指标；要建立生态环境保护审计制度，确保国家生态环境保护和建设投入与生态效益的产出相匹配；要在全社会开展生态安全教

育和宣传，使每一个公民都意识到保护生态环境是公民的基本义务，树立全民生态安全意识，树立生态道德观念；抓紧制定重点资源开发生态环境保护和生态功能保护区管理条例；抓紧编制生态环境功能区划等。

3. 在制定国家和地区产业政策时，必须充分考虑国家生态安全的因素。在国家经济结构的战略性调整中，要限制对生态安全构成威胁的产业，加快有利生态安全产业的发展。要大力发展资源节约型产业，限制资源耗费型产业；大力发展“循环经济”和可循环产业，限制有污染产业的发展。人们由于对自然生态环境认识的局限性，往往在对环境问题的决策中出现失误。

4. 建立预警系统。预警原则要求即使没有科学的证据证明某些人为活动与其产生的效应之间存在一定的联系，只要假设这些活动有可能对生命资源产生某些危险或危害的效应，就应采取适当的技术或适宜的措施减缓或直至取消这些影响。预警原则是维护生态系统健康和生态安全的重要原则。为了确保国家的生态安全，必须对国家生态安全进行全方位的、动态的监测，建立国家生态安全的预警系统，及时掌握国家生态安全的现状和变化趋势，为国家最高部门提供相关的决策依据。除了建立国家生态安全的宏观预警系统以外，对不同地区还要根据其生态环境不同状况，有重点地建立和完善专项的生态安全预警和防护体系。比如，气象预报体系、防汛体系、疫情预报与防治体系、动植物检疫体系、环境监测体系等。

5. 建立国家生态安全的评价指标体系，根据科学性、客观性、实用性、可比性、可操作性等设计原则和国家生态安全的内容，结合考虑经济发展水平、人口压力、科技能力和资源生态环境保护以及整治建设能力等方面的重要指标，制定国家生态安全的衡量标准，对各种生态环境因素给予不同的权数，综合成“国家生态安全总指数”，对国家生态安全状况进行总体评价，并定期发布我国的国家生态安全总指数，以使全国人民更加直观、形象地了解我国的生态状况，提高国民对生态环境的关注度。

6. 完善生态环境建设的有关法律法规及执法检查体系。要尽快制定一部综合性的“国家生态安全法”，从国家生态安全的要求出发，将生态环境、资源、社会经济发展紧密结合起来，在总体上对生态环境保护的方针政策、体制与制度提出统一规范的要求；要进一步健全和完善各种单项资源与环境保护法；要制定生态建设的有关法规，将各级政府、公民在生态建设中的责任和义务以法律或法规的形式固定下来；要加强对生态犯罪的处罚，对于各种破坏生态环境的行为，必须给予刑事处罚。

[概念与知识点]

《生物多样性公约》的三个主要目标、动态非生物资源、最大持续产量、伏季休渔、循环经济、自然保护区的定义、功能和意义、生态旅游、（中国）自然保护区的类别及功能分区、发展现状、我国现行的自然保护区管理体制、湿地保护、森林覆盖率、城市森林、动物福利、自然资源的分类、生物多样性、生态恢复、土地荒漠化、生态安全、国家生态安全、国家生态安全的内容

[思考与练习]

1. 简述自然资源的定义及其分类。
2. 如何对可更新资源进行科学管理？
3. 简述生物多样性的概念、内容。为什么要保护生物多样性？

4. 了解国际上有关保护生物多样性的公约、议定书。
5. 建立自然保护区的意义和作用是什么?
6. 如何晋升国家级自然保护区和国家级自然保护区功能区的调整?
7. 谈谈我国当前建立各种类型、不同级别的自然保护区的情况。
8. 什么叫湿地,它有什么功能? 为什么要保护湿地?
9. 什么是土地、土地资源、土壤、耕地?
10. 我国的土地资源存在什么问题,有何对策?
11. 当前中国土地退化主要表现在哪些方面? 并简述其形成的机理。
12. 我国对土地荒漠化的定义、荒漠化的原因和对策。
13. 什么叫水土流失? 有何危害?
14. 何谓沙尘天气? 如何分类?
15. 森林生态系统有何功能?
16. 比较当前世界和我国的森林资源的利用和保护情况。你认为中国林业的持续发展应采取什么对策?
17. 如何确定森林的覆盖率? 森林面积减少对生态环境和人类社会产生哪些危害? 应如何遏制森林面积减少的趋势?
18. 什么叫城市森林? 城市森林的环境功能有哪些? 并简述其原理。"国家森林城市"评价指标包括哪些内容?
19. 捡到受伤或迷途的野生动物后应如何处理? 什么叫"三有动物"?
20. 为什么说地球上的水是一种既丰富又紧缺的资源?
21. 简述世界水资源状况,说明水资源保护的重大意义。
22. 我国的水资源有什么特点? 比较我国南北方水资源的差异及其对策。
23. 试分析水资源引发的危机与节约用水的实际意义和污水资源化的意义。
24. 为了解决水资源的不足,各国正在采取和试验哪些方法?
25. 试述当前世界和我国矿产资源的特点及保护措施。
26. 简要概述生态恢复的定义以及所包含的内容。
27. 生态恢复有何重要性? 生态恢复与生态修复的区别如何?
28. 建设国家生态安全体系必须采取哪些措施? 请结合本地情况加以阐述。

[推荐读物与网络资源]

国家环境保护局主持,《中国生物多样性国情研究报告》编写组. 1997. 中国生物多样性国情研究报告. 北京:中国环境科学出版社

国家林业局《湿地公约》履约办公室编译《湿地公约履约指南》(A). 2001. 北京:中国林业出版社

J. A. 麦克尼利,K. R. 米勒,W. V. 瑞德,R. A. 米特迈尔,T. B. 维纳. 1990. 保护世界的生物多样性. 薛达元,王礼嫱,周泽江,郑允文 1991 年译. 北京:中国环境科学出版社

张维平. 2000. 保护生物多样性. 北京:中国环境科学出版社

王献溥，金鉴明，王礼嫱，杨继盛. 1989. 自然保护区的理论与实践. 北京：中国环境科学出版社
钦佩，安树青，颜京松. 1998. 生态工程学. 南京：南京大学出版社
任海，彭少麟. 2001. 恢复生态学导论. 北京：科学出版社
何池全. 2003. 湿地植物生态过程理论及其应用：三江平原典型湿地研究. 上海：上海科学技术出版社
杨京平，卢剑波. 2002. 生态安全的系统分析. 北京：化学工业出版社
杨京平，卢剑波. 2002. 生态恢复工程技术. 北京：化学工业出版社
云正明. 2002. 农村庭院生态工程. 北京：化学工业出版社
钦佩，周春霖，安树青，尹金来. 2002. 海滨盐土农业生态工程. 北京：化学工业出版社
彭少麟. 2003. 热带亚热带恢复生态学研究与实践. 北京：科学出版社
申元村，张克斌，王贤. 2000. 荒漠化. 北京：中国环境科学出版社

www. wildlife—plant. gov. cn　中国野生动植物网
www. nre. cn　中国自然保护区
www. coi. gov. cn　中国海洋信息网
www. wetwonder. org　湿地国际·中国
www. wwfchina. org　世界自然基金会中国网站
www. biodiv. gov. cn　中国国家履行《生物多样性公约》办公室
www. biodiv. gov. cn　中国国家生物多样性信息交换所
www. 21ceco. com　国际生态网
www. acnatsci. org　(美国)自然科学院
www. iucn. org　世界自然保护联盟(IUCN)
www. gefweb. org　全球环境基金(GEF)
www. biodiv. org　生物多样性公约(CBD)
www. unccd. ch　联合国秘书处防止沙漠化公约
www. biodiv. org handbook　《生物多样性公约》手册
www. cites. org　濒危野生动植物国际贸易公约(CITES)
www. unesco. org　世界遗产公约组织
www. sdinfo. net. cn biodiv　中国生物多样性与自然保护信息网

第七章 生物安全与外来生物入侵

第一节 生物安全

一、生物安全的概念

生物安全的概念有狭义和广义之分。

狭义生物安全是指防范现代生物技术由研究、开发到生产应用所产生的负面影响，即对生物多样性、生态环境及人体健康可能构成的危险或潜在风险。特别是对转基因生物及其产品的研究、试验、生产、加工、经营、应用和进出境等各个环节中可能给生物多样性、生态环境及人体健康构成危险或潜在风险的安全性进行评价、防范和管理。

广义生物安全不只针对现代生物技术的开发和应用，它涵盖了狭义生物安全的概念并且包括了所有生物及其产品的安全性问题。大致分为三个方面：一是指人类的健康安全，二是指人类赖以生存的农业生物安全，三是指与人类生存有关的环境生物安全。因此广义生物安全涉及多个学科和领域：预防医学、卫生、环境保护、野生动植物保护、生态、农药、林业、化工等，而管理工作分属各个不同的行政管理部门。根据国际公约的概念，目前多数人还是把生物安全定义在狭义的概念里。但一些发达国家，如澳大利亚、新西兰、英国等，在实际管理中已经应用了生物安全的广义内涵，并且将检疫作为其保障国家生物安全的重要组成部分。

一般来说，广义生物安全所受到的外来威胁主要来自以下几个方面：

(1)实验室生物危害。主要指进行微生物试验、动物实验或生物操作技术时缺少严格的物理控制和生物控制等防护手段对生物安全带来的危害。

(2)生物医学的生物危害。主要是人和动植物的各种致病有害生物。除了疯牛病、口蹄疫，古今中外由于有害生物危害人类健康和农业生物的安全，给人类带来的灾难是十分沉痛的。如2003年上半年的SARS病毒危害，还有生化武器、生物恐怖等也威胁着生物安全。

(3)生物技术应用的生物危害。随着现代科学技术的发展，特别是现代生物技术的发展，世界上出现了越来越多的转基因产品，转基因产品是指转基因生物以及利用转基因生物为原料加工生产的产品。目前，转基因产品主要有转基因生物、转基因食品、转基因药物和转基因器官等。转基因生物是通过现代生物重组DNA技术导入外源基因的生物，因此从某种意义上说转基因生物也是外来生物。正如核技术一样，转基因技术既可以造福人类也可以危害人

类,转基因生物存在着一定风险。一些科学家认为,转基因生物有可能对人类健康、农业生物和环境生物构成极大的威胁。

(4)外来生物入侵的生物危害。虽然历史上有不少外来生物曾经为人类造过福,但是也有许多外来生物导致了农作物和牲畜的死亡以及生物多样性的下降甚至丧失,严重危害环境生物安全,这种现象称之为生物入侵、生态入侵,也有人称之为"生物污染"。但有关外来生物入侵往往另外作为一个类型的内容进行讨论。

因此,本节所说的生物安全是指为了防范由于现代生物技术的开发和应用、转基因生物环境释放和商品化可能对生物多样性、生态环境和人体健康产生的有害影响,以及所采取的有效预防和控制措施。而将生物入侵放到另一节专门讨论。

生物安全问题是随着现代生物技术特别是重组 DNA 技术或基因工程的发展而逐渐成为全球社会关注的话题。没有一种技术是百分百安全的,任何一种新技术出现以后,人们都会要求对它的安全性进行彻底的研究和检验。事实上,生物技术确实曾对环境造成不利影响。生物技术的操作处理对象都是微生物、活细胞之类的有机体,或是它们的重组体、变异体,现代基因工程技术的出现,使得人类对有机体的操作能力大大加强,基因可以在动物、植物和微生物之间相互转移,甚至可以将人工设计合成的基因转入生物体内进行表达,创造出许多前所未有的新性状、新产品甚至新物种,这就有可能产生人类目前的科技水平所不能预见的后果,现代生物技术在造福人类的同时,也可能对生物多样性、生态环境和人体健康产生潜在的不利影响,危害人类健康,破坏生态平衡,污染自然环境。特别是围绕重组 DNA 技术或基因工程的安全性受到社会各方面的普遍重视。

二、我国生物安全的状况

近 10 多年来,我国的生物技术有了较快发展,转基因抗虫、抗病毒和品质改良农作物、林木已有 20 多种,转基因棉花、大豆、马铃薯、烟草、玉米等进行了田间试验,其中抗虫棉、抗病毒番茄等 4 个农作物品种已开始商品化生产。我国转基因动物、微生物的研究也取得重大进展。我国转基因农作物田间试验和商品化生产的面积仅次于美国、阿根廷和加拿大,居世界第 4 位。一些国外的生物技术研究和开发公司都以独资或合资形式在我国开展转基因研究和试验。所有这些都将对我国的生物多样性、生态环境和人体健康构成潜在的风险和威胁。我国生物安全管理面临的形势比较严峻,存在如下主要问题:

一是生物安全意识薄弱。有些人只看到转基因产品开发带来的可观的经济利益,而忽视了转基因生物可能带来的风险与危害。

二是法规体系不健全、管理机制不尽合理。我国尚没有转基因活生物体对生物多样性和生态环境影响的风险评估和风险管理的法规,没有转基因活生物体及其产品进出口的管理法规。

三是基础研究十分薄弱。目前我国亟须把生物安全问题列入重点科研和投资项目计划。

四是跟踪监测和监督报告制度还没有建立。我国生物技术研究、开发项目缺乏对环境和生物多样性的影响研究、跟踪监测,也没有建立有效及时的监督和报告制度。

实际上,1993 年 12 月 24 日,中华人民共和国国家科学技术委员会第 17 号令,就宣告我国第一部生物技术管理法规——《基因工程安全管理办法》正式颁布实施。它在制定的过程中借鉴了世界上生物技术发达国家的经验,对各主要组织和国家颁布的有关法规进行了系统的

研究，紧紧抓住了"安全研究、安全生产、安全使用"的生物安全三原则，从一开始就顺应国际发展的潮流和趋势，为形成生物技术国际性协调管理创造了有利条件。

为预先防范和控制转基因生物可能产生的各种风险，保护全球的生物多样性和人类健康，联合国环境规划署和《生物多样性公约》秘书处从1994年开始组织制定"生物安全议定书"，共组织了10轮工作组会议和政府间谈判。我国政府十分重视"议定书"的谈判。国家环保总局牵头编制的《中国国家生物安全框架》，提出了我国生物安全管理体制、法规建设和能力建设方案。《〈生物多样性公约〉卡塔赫纳生物安全议定书》于2000年在加拿大蒙特利尔达成协议。

生物安全是《生物多样性公约》最重要的议题之一。议定书的内容包括：目标和适用范围、风险评估和风险管理、信息交换所、能力建设、公众意识和参与、赔偿责任和补救、监测与报告等。议定书适用范围包括由现代生物技术产生的、拟作田间和商品生产的转基因活生物体的越境转移。封闭使用、药品和用于食品、饲料及其他加工材料（无繁殖能力）的转基因活生物体国际贸易并不包括在议定书范围之内。

目前生物安全的焦点问题是向环境中释放遗传工程体（GMOs）和有关人类基因操作的管理。生物安全的关键是控制潜在危害的有机体"由内向外"地对周围环境的释放，而防治污染的重点是遏制外界环境的有害因子"由外向内"地对有机体的入侵。它们的作用方向正好相反，但有关技术措施却相辅相成。

生物安全的科学涵义就是要对生物技术活动本身及其产品（主要是遗传操作的基因工程技术活动及其产品）可能对人类和环境的不利影响及其不确定性和风险性进行科学评估，评价危害程度，研究控制方案，设计防范措施，制定管理法规，使之降低到可接受的程度，以保障人类的健康和环境的安全。因此，生物安全的核心是安全评估和风险控制。

三、加强生物安全的措施

1. 制定国家转基因生物产业发展和生物安全政策。科学技术的发展是不可逆转的，但与转基因生物应用相关的安全问题是可以通过科学研究及生物安全管理得到解决的。因此综合科技、贸易等多方面的优势，果断提出适合国情的国家转基因生物产业发展和生物安全政策，有助于我国生物技术的发展，在国际竞争中占据主动地位。

2. 进一步加强生物安全技术研究。生物安全性评价和管理是一项科学性和政策性都很强的国家行为，建议除在已有相关科技计划中继续配套安排一定经费，当前急需设立转基因生物安全研究专项，系统支持生物安全评价、检测、监测和控制措施的研究，以适应加入WTO后国内外生物安全监控和生物技术产业发展的需要。

3. 进一步完善和协调生物安全监控体系。国家行政主管部门要尽快健全和完善转基因生物，特别是转基因植物的安全监控体系，通过依法行政加强对已批准项目的跟踪、监控。但目前法规体系不健全和管理制度不合理应首先得到解决。

4. 加强对现代生物技术和生物安全知识的科学普及和交流工作，增强公众的生物安全意识。

正确对待现代生物技术发展和生物安全监管的原则是：积极支持生物技术发展，生物安全应采取事先防范措施；生物安全监管包括生物技术实验室、转基因活生物体环境释放和转基因产品商业化的安全监管等。

第二节　外来生物入侵

一、外来生物入侵的概念

外来入侵物种是指从一个国家进入另一个国家或从一个自然生态系统进入另一个自然生态系统，在自然、半自然生态系统或生境中建立种群并影响、威胁及破坏到本地生物多样性的外来物种。

由于人类有意识或无意识地把某些外来生物带入到适宜其生存和繁衍的新的地区，其种群数量不断增加，分布区也逐步而稳定地扩大，并对当地生态系统的健康或人体健康造成不良影响，这种现象叫外来生物入侵（又称生态入侵），也叫生物污染。

外来种的广泛传播已成为严重的环境问题。越来越多的学者认为，外来种入侵是全球变化的一个特征。对外来种的研究成了生态学的热点，是全球变化和生物多样性研究的重要内容之一。

据不完全统计，我国外来杂草共有 107 种、75 属，主要有水花生、紫茎泽兰、豚草等。其中，62 种外来杂草是作为牧草、饲料、蔬菜、观赏植物、药用植物、绿化植物等有意引进的，占杂草总数的 58%；传入我国的主要外来害虫有 32 种，如美国白蛾、松突圆蚧；主要外来病原菌有 23 种，如甘薯黑斑病病原菌、棉花枯萎病病原菌等。近年来，互花米草、水葫芦、紫茎泽兰、薇甘菊等外来入侵物种已对中国生物多样性和生态环境造成了严重危害，并造成了巨大的经济损失。

二、外来生物入侵的危害

（一）对生态的影响

为什么外来生物在原产地不造成危害，进入新的地区后却可能造成不良影响？图 7-1 表明，某种生物在甲生态系统中由于受到生境、天敌、物种之间竞争和人为干扰等条件的限制，实际上与外界环境已构成协调的生态系统，因此该物种在甲生态系统表现得很“温和”；当人们有意识地把这个种引入（或无意地带入）到乙生态系统这一新的环境中，引入或带入的仅仅是该物种，没有（也不可能）将它在原产地的生境、天敌、竞争和干扰等限制因素也一同引进或同时带入，因此该物种就可能在乙生态系统更适宜的环境中“为所欲为”，暴发性发展，反客为主，对乙生态系统造成不良影响。这就是说，在自然界长期的进化过程中，生物与生物之间相互制约、相互协调，将各自的种群限制在一定的栖境和数量，形成了稳定的生态平衡系统。当一种生物传入一新的栖境后，如果脱离了人为控制逸为野生，在适宜的气候、土壤、水分及传播条件下，极易大肆扩散蔓延，形成大面积单优群落，破坏本地动植物相，危及本地濒危动植物的生存，造成生物多样性的丧失。

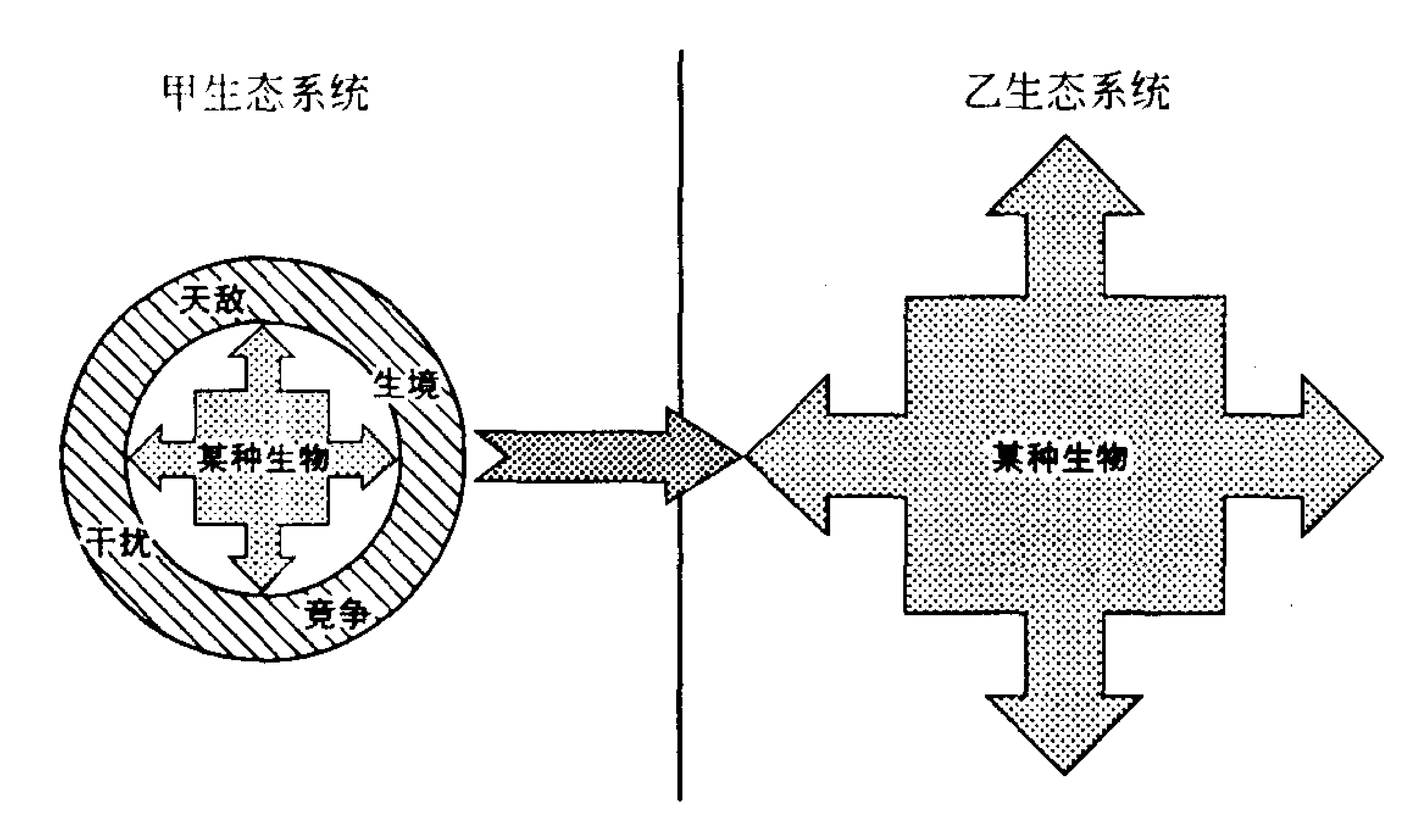


图 7-1 外来生物入侵(生态入侵)过程示意图

外来入侵种影响生态系统的机理及其带来的生态学影响如下：

1. 竞争、占据本地物种生态位，使本地种失去生存空间。

2. 与当地种竞争食物或直接杀死当地物种，影响本地物种生存。

3. 分泌释放化学物质，抑制其他物种生长。某些外来生物如豚草可释放酚酸类、聚乙炔、倍半萜内脂及甾醇等化感物质，对禾本科、菊科等一年生草本植物有明显的抑制、排斥作用。薇甘菊也可分泌化感物质影响其他植物生长。

4. 通过形成大面积单优群落，降低物种多样性，使依赖于当地物种多样性生存的其他物种没有适宜的栖息环境。水葫芦在河道、湖泊、池塘中的覆盖率往往可达 100%，由于降低了水中的溶解氧，致使水生动物死亡。豚草优势度为 0.85～1.0，群落多样性为 0～0.62。由于薇甘菊排挤本地植物，广东内伶仃岛上的猕猴缺少适宜的食料，目前只能借助于人工饲喂。飞机草在西双版纳自然保护区的蔓延已使穿叶蓼等本地植物处于灭绝的边缘，依赖于穿叶蓼生存的植食性昆虫同样处于灭绝的边缘。厦门鼓浪屿的猫爪藤攀爬绿化树木，在树冠上形成大片单优群落，影响树木的光合作用，导致树木死亡。

5. 过量利用本地土壤水分，不利于水土保持。巨尾桉引自澳大利亚，在海南岛和雷洲半岛的很多林场都有种植。在一些地方，由于它大量吸收水分，对水土保持十分不利，造成土壤干燥。在一块土地上连续种植，就会使得土壤肥力愈来愈低，甚至形成荒芜之地。因此引进巨尾桉同样要因地制宜，根据需要，有目的地控制性引进。

6. 破坏景观的自然性和完整性。明朝末期引入的美洲产仙人掌属 4 个种分别在华南沿海地区和西南干热河谷地段形成优势群落。在那里原有的天然植被景观已很难见到。有的入侵种，特别是藤本植物，如厦门的猫爪藤，可以完全破坏发育良好、层次丰富的森林景观。

7. 影响遗传多样性。随着生境片段化，残存的次生植被常被入侵种分割、包围和渗透，使本土生物种群进一步破碎化，造成一些植被的近亲繁殖和遗传变异。值得注意的是，与人类对环境的破坏不同，外来入侵物种对环境的破坏及对生态系统的威胁是长期的、持久的。当人类停止对某一环境的污染后，该环境会很快开始逐渐恢复；而当一种外来物种停止传入一个生态系统后，已传入的该物种个体并不会自动消失，而大多会利用其逃脱了原有的天敌控制的优势在新的环境中大肆繁殖和扩散，对其控制或清除往往十分困难。而由于外来物种的排斥、竞争导致灭绝的本地特有物种则是不可恢复的。因而外来物种对生物多样性的威胁应引起足够的

重视。

(二)对社会和文化的影响

外来入侵物种通过改变侵入地的自然生态系统、通过降低物种多样性从而对当地社会、文化甚至人们的健康也产生了严重危害。我国是一个多民族国家,各民族特别是傣族、苗族、布依族等民族聚居地区周围都有其特殊的动植物资源和各具特色的生态系统,对当地特殊的民族文化和生活方式的形成具有重要作用。但由于飞机草、紫茎泽兰等外来入侵植物不断竞争、取代本地植物资源,生物入侵正在无声地削弱民族文化的根基。

外来种对人类健康可构成直接威胁。豚草花粉是人类变态反应症的主要致病原之一,所引起的“枯草热”对全世界很多国家的人类健康带来了极大的危害。一些外来动物如福寿螺等是人畜共患的寄生虫病的中间宿主,麝鼠可传播野兔热,极易给周围居民带来健康问题。疯牛病、口蹄疫、艾滋病更是对人类生存的巨大挑战。

(三)对经济的影响

外来入侵种可带来直接和间接的经济危害。保守估计,外来种每年给我国的经济带来数千亿元的经济损失。

1. 外来入侵动植物成为直接危害农林业经济发展的重大有害生物。

外来入侵动植物对农田、园艺、草坪、森林、畜牧、水产等可带来直接经济危害。水花生对水稻、小麦、玉米、红苕和莴苣五种作物全生育期引致的产量损失分别达45%、36%、19%、63%和47%。广东、云南、江苏、浙江、福建、上海等省市每年都要人工打捞水葫芦,仅浙江温州市和福建莆田市1999年用于人工打捞水葫芦的费用分别为1 000万和500万元,全国总的费用有多少,目前没有准确统计,至少超过1亿元,而水葫芦带来的农业灌溉、粮食运输、水产养殖、旅游等方面的经济损失更大。美洲斑潜蝇最早于1993年在海南发现,到1998年已在全国21个省市区发生,面积达130万公顷以上,它寄生在22个科的110种植物上,尤其是蔬菜瓜果类受害严重,包括黄瓜、甜瓜、西瓜、西葫芦、丝瓜、番茄、辣椒、茄子、豇豆、菜豆、豌豆和扁豆等,目前在我国,每年防治斑潜蝇的成本高达4亿元。被称为“松树癌症”的松材线虫病在短短十年间,疫区已扩至江浙六省,发生面积约6.6万公顷,对黄山、张家界等风景名胜区构成了巨大威胁。

在国际贸易活动中,外来种常常引起国与国之间的贸易摩擦,成为贸易制裁的重要借口或手段。近年来我国出口美国的木制包装品因光肩星天牛问题给我国的对外贸易带来了数以千万计的经济损失。

2. 外来有害生物通过影响生态系统而给旅游业带来损失。

如在云南昆明市,20世纪70—80年代建成了大观河的理想的水上旅游线路,游人可以从昆明市内开始乘船游滇池和西山。但自20世纪90年代初,大观河和滇池中的水葫芦“疯长”成灾,覆盖了整个大观河以及部分滇池水面,致使这条旅游线路被迫取消,原来在大观河两侧的配套的旅游设施只好报废或改作他用。

3. 外来生物通过改变生态系统所带来的一系列水土、气候等不良影响从而产生间接经济损失。与直接经济损失相比,计算间接损失往往十分困难。但并不意味着间接损失不大。

外来生物通过改变生态系统所带来的一系列水土、气候等不良影响从而产生的间接经济损失是巨大的。比如,大量的水葫芦植株死亡后与泥沙混合沉积水底,抬高河床,使很多河道、

池塘、湖泊逐渐出现了沼泽化，有的因此而被废弃使用，由此对周围气候和自然景观产生不利变化，并加剧了旱灾、水灾的危害程度；而且水葫芦植株大量吸附重金属等有毒物质，死亡后沉入水底，构成对水质的二次污染，又加剧了污染程度，尽管这些损失难以准确计算，但却不容忽视。

4.外来入侵种自身的经济价值。

外来入侵种特别是外来植物也有一定的经济价值。水葫芦植株自身存在着许多可利用的地方。由于花穗硕大美丽，可用于观赏；植株根部能吸附重金属离子，可用于净化水质；植株体内含有一定的养分，可用作畜禽饲料；另外，水葫芦还可造纸、生产沼气、制肥，有人还试图研究它在食品、美容、一次性餐具等方面的价值。还有人企图将占水葫芦 95%的水分处理后变为洁净达标的水而加以利用。也有人研究利用米草造纸、做饲料等。厦门市近年实验将打捞起来的水葫芦，经过处理，加入混合食料，作为饲养蚯蚓的饲料，由蚯蚓将水葫芦转化成有用的花肥等产品，实现了变废为宝，化害为利。

我国已经签署的《生物多样性公约》第 8 条规定：必须预防和控制外来入侵物种对生物多样性的影响。缔约方大会制定了“关于威胁生物多样性的外来物种的预防、引进和减轻影响的指导原则”，要求各国将外来物种问题放在优先地位，把外来入侵物种纳入国家生物多样性政策、战略和行动计划。鼓励各缔约方加强能力建设，就外来入侵物种对生物多样性所构成的威胁进行风险评估和分析；制定经济奖惩措施以及其他政策和手段，以促进减少外来入侵物种威胁的活动。我国对外来入侵物种的预防与管理应注重于国家能力、研究能力、监测与管理能力三大体系的建设上，根据我国国情和目前的紧急现状制定出优先行动计划。识别、鉴别入侵种群的起源地与入侵途径的方法、特定外来物种的入侵生物学及生态学基础研究、特定生态系统中或地理区域入侵种群现状及影响的关键评估研究、特定外来入侵生物对生态环境影响的风险评估体系及经济损失的模式研究、发展控制外来有害生物的环保型技术与方法研究、控制外来生物入侵后的生态系统恢复与栖息生境复原技术与方法是目前紧要研究的课题。

为此，今后我国应加强对外来入侵物种的安全管理，提高防范意识，建立风险评估体系和监测防治系统，以减少外来入侵物种带来的威胁。2003 年，国家环保总局和中国科学院研究发布，包括紫茎泽兰、薇甘菊、空心莲子草、豚草、毒麦、互花米草、飞机草、凤尾莲、假高粱、蔗扁蛾、湿地松粉蚧、强大小蠹、美国白蛾、非洲大蜗、福寿螺和牛蛙 16 种外来入侵物种被列入中国第一批外来入侵物种名单。2003 年 1 月 13 日国家环境保护总局颁布《关于加强外来入侵物种防治工作的通知》的文件，指出防治外来入侵物种必须坚持“预防为主，防治结合”的方针。各级环保部门应高度重视，主动牵头，按照预防为主的原则，联合有关部门加强对物种引进的监管工作。文件还强调，要逐步建立起引进外来物种的环境影响评价制度。对所引进的物种不仅要考虑其经济价值，而且还要考虑其可能会对生物多样性和生态环境产生的影响，进行科学的风险评估，并进行必要的相关试验。文件认为各地要加强有关部门的联合，在做好外来入侵物种情况调查的基础上，要制定外来入侵物种防治计划，有目的、有组织地开展防治工作。要定期对辖区内外来物种引进和应用情况进行检查。在“加强科学研究，提高科学管理水平”方面，文件指出：针对外来入侵物种防治工作中的重大技术难题，各地要加强对外来入侵物种防治的基础和应用的科学研究，特别要重视外来入侵物种入侵和危害机制、引进外来物种环境影响评价方法、外来物种控制技术，如生态系统、生境恢复技术、生物防治、低污染化学防治、生态替代、早期预警、遥感监测等综合防治方法的研究，为外来入侵物种的防治和管理提供技术支持，使防治工作更加科学有效。

联合国《生物多样性公约》缔约方大会第六次会议2002年4月7—19日在荷兰海牙举行，会议通过了世界森林工作计划和抵御外来物种入侵的指导原则。在过去的几个世纪中，入侵的外来物种对生态系统和人类经济等都造成了数不清的危害。目前经济全球化正在加速这种危害，因为各地旅游业和贸易范围的扩大，为那些有害的或多余的外来物种带来“搭便车”和“找新家”的机会。因此，人们必须对其严加防范。

三、外来生物入侵的防范

外来生物的入侵是不亚于病虫害的生态灾害问题。但目前许多人的认识还不足，防范措施和治理力度也不够。厦门市在防治外来入侵生物方面积累了一定的经验可供借鉴。首先由市政府主持，相关部门牵头，组织一个班子，依靠专家，制定相应的计划框架。其主要策略是：

1. 对已造成严重入侵危害的物种（如在厦门鼓浪屿的猫爪藤等）必须遏制它们的发展和扩散，采取有效措施逐步清除。

2. 对刚有危险信号的物种（如豚草、假臭草等）必须在尚未大爆发之前就把它们消灭掉。

3. 对那些已在厦门市周边的危险物种（如广东薇甘菊、蔓泽兰）要防患于未然，采取有效的措施杜绝它们新的侵入。

4. 在防治已造成严重入侵危害的物种方面，首先彻底调查其在全市的分布范围、危害状况和发展动态，将所有资料编入数据库，建立实物标本、照片图鉴库进行动态管理和监控。建立对外来有害物种的预警、预报的生态网络体系。

5. 对已受到严重危害的区域，采取人工清除的办法，遏制其继续向周边区域的蔓延。并由专业组配合研究，确定清除的强度、频次，以减轻铲除后的卷土重来，指导人工清除工作的科学开展。

6. 进行广泛的经常性的宣传教育工作。举办科普橱窗，纳入青少年科技创新竞赛的选题，组织市民在有关环保的纪念日开展清除外来植物的活动，建立针对厦门地区、指导性很强的外来入侵生物防治的专门网站，加强与公众的交流，旨在提高各界人士的防范意识，齐抓共管，打一场消灭、防治外来物种的人民战争。

[思考与练习]

1. 何谓生物安全？目前我国生物安全存在哪些主要问题？
2. 为加强生物安全，当前我们必须采取什么措施？
3. 生态入侵有何危害？
4. 正确对待现代生物技术发展和生物安全监管的原则是什么？
5. 《生物多样性公约》中对遗传资源如何规定？
6. 简述《〈生物多样性公约〉卡塔赫纳生物安全议定书》的简要内容和适用范围。
7. 什么叫外来生物入侵（生态入侵）？外来生物入侵有何危害？如何防范外来入侵生物的危害？
8. 如何区别外来生物与外来入侵生物的概念？
9. 为什么把外来生物入侵与全球变化问题联系起来？

10. 人为因素导致的物种扩散有何危害，为什么要抵制外来物种的入侵？

[推荐读物与网络资源]

徐汝梅. 2003. 生物入侵：数据集成、数量分析与预警. 北京：科学出版社

徐海根，王健民，强胜，王长永. 2004.《生物多样性公约》热点研究：外来物种入侵 · 生物安全 · 遗传资源. 北京：科学出版社

朱守一. 1999. 生物安全与防止污染. 北京：化学工业出版社

李振宇，解焱. 2002. 中国外来入侵种. 北京：中国林业出版社

殷浩文. 2001. 生态风险评价. 上海：华东理工大学出版社

www. issg. org IUCN 外来入侵种专家组

www. staq—xm. com 厦门外来入侵生物防治

www. bioinvasion. org 中国生物入侵网

www. biosafety. gov. cn 中国国家生物安全信息交换所

www. ebsa. be 欧洲生物安全协会

www. niwa. co. nz ncabb 国家水生物多样性和生物安全中心

第八章　能源、粮食与环境

第一节　能源的消耗与供应问题

一、能源的分类

能源是指可能为人类利用以获取有用能量的各种来源。能源一般可分为以下几类：

- 能源
  - 一次能源
    - 常规能源
      - 可再生能源：水力
      - 不可再生能源：煤、石油、天然气、核裂变燃料
    - 新能源：太阳能、生物能、风能、潮汐能、地热能、核聚变能
  - 二次能源：火电、焦炭、煤气、氢能、沼气、石油制品、蒸汽、水电

二、现代能源消耗的特点

1. 各种不同的能源由于发挥的能量价值不同，为了便于计算，都以标准煤为单位来参照换算。1 t 标准煤的燃烧值相当于 30×10^6 kJ 的热量，即其换算当量 $E_{标煤}=30\times10^6$ kJ/t 标煤。

按人口平均，我国能耗量一直是很低的，1977 年统计只有 0. 6 t 标煤/人；1981 年为 0. 63 t 标煤/人；1996 年为 1. 14 t 标煤/人。而 1977 年英国能耗就达 12. 6 t 标煤/人，联邦德国6. 3 t 标煤/人，日本 4. 7 t 标煤/人，相当于我国的 4～11 倍。我国近几年产量有所增加，但人均能耗量仍然很低。发达国家人口少，能源消耗量却很大。如美国只占 5%人口，能源消耗却占世界的 25%。

2. 近 30 年来，世界能源的消耗速度剧增。国际能源机构 2005 年 7 月 13 日发布国际石油市场月报指出，2006 年全球日均原油需求增产量将保持在 175 万桶左右。

3. 能源的结构随着生产力的不断发展而发生明显变化。

能源的国际观：国际上往往以能源人均占有量、能源构成、能源使用效率和对环境的影响，来衡量一个国家现代化的程度。

三、能源的供应

要注意区分储量与资源的概念。储量指的是在目前技术和经济条件下能够生产取得的原料，它可以分为已确证存在或合理地预料可以存在的两种。资源则包括全部储量，还包括尚未发现和已发现，但在目前技术、经济条件下还不能取得的自然原料。两者主要指的是地下的石化能源，包括煤、石油、天然气、核矿物燃料。

2000 年探明石油可采量约 1 280 亿吨标煤，按现在的产量增长消耗下去，大约 2015—2035 年便要消耗掉 80%。目前石油总储量为 4 310 亿吨标煤。随着勘探技术和开采技术的不断提高，储量虽不断增加，但总有耗尽的一天。

计算能源使用年数可以采用这样的公式：

$$T=\left(\frac{1}{r}\right)\ln\left(\frac{rR}{P}+1\right)$$

这里，T——现有能源储量可以维持的年数，

R——储量，

P——现在的消耗量，

r——年平均耗用增长率。

第二节　未来我国对能源需求的预测

一、我国的能源现状

1. 我国能源丰富，但人均占有量水平低，结构不尽合理，地域分布很不平衡。

煤：1996 年原煤达到 13.8 亿吨，为世界第一。

石油：我国原油产量由 1949 年的 12 万吨，上升到 2002 年的 1.67 亿吨，居世界第五位。但是，甚至到现在我国还是石油进口国。主要产地在大庆、胜利、大港、辽河、塔里木、准葛尔、吐鲁番、柴达木。

天然气：我国的天然气产量由 1949 年的 0.1 亿立方米，上升到 2002 年的 316 亿立方米，居世界第 16 位，已经成为世界石油天然气消费大国。主要产地在重庆、陕甘宁、新疆。

我国的水力资源(发电量)是世界第一。

2002 年，全国一次商品能源消费量为 14.8 亿吨标准煤，居世界第二位。其中煤炭占 66.1%，石油占 23.4%，天然气占 2.7%，水电占 7.1%，核电占 0.7%。另外，全国农村消耗的秸秆和薪材达 2.8 亿吨标准煤。

但我国人口众多，人均能源资源量不足，还达不到世界的人均水平(约 1.9 t/人)。

能源的地域发布不平衡，煤炭有 60%以上在华北，水力 70%以上在西南。工业和人口集中的南方八省一市能源缺乏(煤仅占全国 2%，水力仅占 10%)。

我国未来15年能源领域将面临一系列挑战，到2020年我国将实现经济翻两番，届时人均GDP将超过1万美元。这一时期是实现工业化的关键时期，也是经济结构、城市化水平、居民消费结构发生明显变化的阶段。反映到能源领域，我国面对的情况要比发达国家在同一历史时期经历的情况复杂得多。

目前我国人均能源可采储量远低于世界平均水平。2000年人均石油可采储量只有2.6 t，人均天然气可采储量1 074 m^3，人均煤炭可采储量90 t，分别为世界平均值的11.1%、4.3%和55.4%。从能源利用效率来看，我国单位产品的能耗水平较高。2001年，我国终端能源用户能源消费的支出为1.25万亿元，占GDP总量的比例为13%，而美国仅为7%。我国单位产品的能耗水平较高，目前8个高耗能行业的单位产品能耗平均比世界先进水平高47%，而这8个行业的能源消费占工业部门能源消费总量的73%。

2. 当前我国的能源构成仍然以煤为主，占一次能源构成的70%以上。

3. 燃煤严重污染环境。不少地方，尤其是乡镇企业，仍然使用陈旧的设备，或用炉灶直接燃烧。我国目前已存在环境透支，虽然单位GDP的碳排放量从1990年到2001年下降了52%，但二氧化碳排放总量却从1980年的3.94亿吨碳增加到2001年的8.32亿吨碳；燃煤排放的二氧化硫直接造成的酸雨面积也在增加。

4. 农村能源供应相对城市要短缺得多。为了获取能源，采用砍树、铲草皮的方式，破坏了自然生态系统，造成恶性循环。

除上述之外，能源安全尤其是石油安全越来越突出。随着人均收入水平的提高，我国石油消费量显著增加。我国石油对外依存度从1995年的7.6%增加到2000年的31.0%。到2020年，石油的对外依存度可能接近60%。预计到2020年，我国石油需求量为4亿吨，年均递增12%。天然气消费结构中，天然气发电、城市燃气增长最快，到2020年，天然气在一次能源消费中，所占比例将由目前的2.7%增长到10%以上。

从2001年的统计数字看，全国支出的能源费用占GDP的13%。我国目前正处在工业化的过程中，经济的迅速增长，有赖于钢铁、化工、建材等高耗能重、化工业的发展。而重工业单位产值能耗约为轻工业的4倍，这是我国单位GDP能耗高的一个重要原因。近10多年来，我国重工业占工业总产值的比重再度出现上升势头，从1990年的50.6%上升到2002年的60.9%。

从1980年至2000年的20年间，我国累计节约能源11.45亿吨标准煤，节能工作成效显著。单位产值能耗也大幅下降。1980年至2000年单位产值能耗下降64%，同期全世界单位产值能耗平均下降19%。节约的11.45亿吨标准煤可以减排2 080万吨二氧化硫和7.22亿吨二氧化碳，对保护生态环境做出了重要贡献。

二、未来我国对能源需求的预测

对能源的需求可以用人均能源消费法预测。如0.4 t标煤/人，为人类维持生存的最低能耗水平；1.2～1.4 t标煤/人，为满足基本生活需要的能耗水平；1.6 t标煤/人，为现代化社会人类的最低要求能耗水平。

按此需求水平计算，如2002年我国人口以13亿人计算，按现代化社会人类的最低要求能耗水平算，需求为1.6 t标煤/人×13亿人=20.8亿吨标煤，而2002年我国能源消费量仅为14.8亿吨标准煤，远远达不到现代化社会人类的最低要求能耗水平。

三、绿色能源的开发与我国的能源政策

(一)绿色能源的开发

开辟核能等新的能源是解决当前能源短缺的一条出路。核能是一种比较安全、可靠、清洁的能源。现代世界上核能得到广泛应用。对核能的使用，法国占其全部能源的76%，日本占33%，美国占25%，中国台湾占50%，中国大陆只占不到1%。

尽管核能还算安全、可靠、清洁，但毕竟是不可再生能源。现代世界上把思路转到大力开发可再生能源。生物能与风能、太阳能等都属于可再生能源。

1. 生物能源：它是太阳能以化学能形式储存在生物中的一种能量形式，它直接或间接地来源于植物的光合作用，是以生物质为载体的能量。生物质主要指薪柴、农林作物、农作物残渣、动物粪便和生活垃圾等。生物能源用途广泛，比如人们以玉米为原料加工成汽车燃料乙醇等。生物能源蕴藏量极大，仅地球上植物每年的生物能源生产量，就相当于目前人类消耗矿物能的20倍。

21世纪以来生物能源的开发在国外发展迅速。例如生物能源近几年在法国的能源结构中增长迅猛。由于生物能源的快速发展，法国2010年有望实现将可再生能源产量提高50%的目标。法国有关专家认为，用生物能源替代煤、石油等传统能源，几年后可为法国每年节省1 100万吨的石油进口，价值相当于25亿～30亿欧元。不过，目前使用生物能源的成本比石油高两倍，因此法国政府将对推广生物能源提供财政支持，实施加速发展生物能源的各项措施。

“绿色石油”是一种新的生物能源。所谓“绿色石油”，其实是一种用绿色植物制取的诸如酒精、甲烷或油状的能源物质。1981年，巴西就用甘蔗、木薯制成酒精，解决了全国20%的内燃机燃料；南非科学家用葵花籽油替代柴油，效果毫不逊色；还有，在菲律宾有一种树，其油汁则可直接代替汽油燃烧。科学家还发现，椰子油也是一种优良的“绿色石油”。一些野草(如牛角瓜、蒲公英、野棉花等等)也可以作为“绿色石油”的原料。植物油料转化为普通燃油还有一系列技术问题尚待解决，但如果人们都能将这些植物资源转化为“绿色石油”，则人们再也无须为石油枯竭担忧了。

2. 乙醇汽油：车用乙醇汽油是在汽油中加入一定比例的变性燃料乙醇后调配成的一种新型清洁车用燃料。使用车用乙醇汽油，汽车油耗变化不大，动力性也基本不变，但尾气排放有较大改善，一氧化碳排放量下降30%以上，碳氢化合物的排放量下降10%以上。

在国外，车用乙醇汽油的生产和使用技术已经十分成熟。美国和巴西是目前世界上最大的车用乙醇汽油生产和消费国。美国推广使用车用乙醇汽油已经有近30年的历史。经历了20世纪70年代的石油危机后，美国政府决定大力推广燃料乙醇的生产和车用乙醇汽油的使用。1979年，美国制定了联邦政府的“乙醇发展计划”，开始大力推广使用含10%(体积比)乙醇的混合燃料。

目前，美国已经有 41 个州在推广使用车用乙醇汽油，乙醇汽油的消费量已经超过全部汽油消费量的 20%，全美 8%的玉米产量用来生产燃料乙醇。推广乙醇汽油实行区域封闭销售，例如芝加哥地区就全部使用车用乙醇汽油。政府采取补贴生产企业的方式推动车用乙醇汽油的推广。

2004 年 2 月，国家发展改革委等八部委决定在黑龙江、吉林等五省及湖北、山东等省的部分地市范围内扩大车用乙醇汽油使用的工作试点。辽宁已在全省范围内封闭推广使用车用乙醇汽油，加油站若购入和销售普通汽油将被视为非法，并将处以严厉的罚款。

地球上的石油再经过长时间开采将趋于枯竭，如果寻找不到新的替代资源，不仅会对交通运输业及相关产业产生巨大影响，以乙烯为原料的石化工业也将成"无米之炊"。乙醇作为一种可再生的循环资源，不仅是一种新兴能源，还可以生产乙烯，支撑"后石油时代"的石化工业，从而成为 21 世纪新兴基础产业。

目前，世界乙醇生产主要以粮食作物为主，国内现阶段是以转化"陈化粮"为主。不远的将来，在陈化粮问题解决后，燃料乙醇生产应立足于粮食主产区，作为调节市场供求的一种手段，纳入粮食生产、消费和饲料生产、消费的产业循环中，将能促进和保障粮食生产。

3. 甲醇汽油：甲醇汽油是由 10%～25%的甲醇与其他化工原料、添加剂合成的新型车用燃料，不含任何汽油，但可达到 90＃～97＃国标汽油的性能和指标。此配方国内独特、环保、成本低，节省资源，节省外汇，造福人类，市场竞争力强，具有极好的发展前景。

与乙醇汽油相比，甲醇汽油成本低、原料易购、来源广泛。乙醇主要来源于粮食，材料来源单一，一旦遭灾、减产，原料来源就成为问题，而甲醇是化肥和制药、煤炭等行业生产的副产品，也可利用化工原料合成，价格低廉，来源极为广泛。

4. 太阳能：阳光是人类共同的财富，取之不尽，用之不竭，因此太阳能发电有着无限广阔的前景。尤其在缺少能源的国家或地区，必须更注重太阳能的开发。例如：能源匮乏的日本对太阳能发电极为重视，日本生产的太阳能电池占世界的一半。在日本，最大的太阳能发电系统的电池板面积加起来像足球场一样大，共 6 500 m^2，总发电能力超过 1 000 kW，发电量可供 300 户家庭使用，每年减少排放二氧化碳约 1 100 t。

现在影响太阳能普及的难题是，太阳能发电成本偏高，功率为 1 kW 的住宅太阳能电池板，成本和安装费合在一起达 60 万～70 万日元，功率为 3～4 kW 的设备要 250 万日元左右，寿命一般为 20 年，折合 1 kWh 电的成本为 50 日元左右，而现在普通家庭用电仅为 23 日元。为此，日本政府采取双管齐下的政策，一方面对住宅使用太阳能电池板提供补助，另一方面加大科研开发力度，提高太阳能电池板的性能，使其发电能力增强、面积减小或厚度变薄，以节约成本，同时开发太阳能发电新材料。

太阳能除了用来发电外，还能从其他的转换方式间接地为人类提供可以利用的能源。例如澳大利亚科学家采用二氧化钛作催化剂，利用太阳能将水中的氢提取出来。虽然还在实验阶段，但假如一切顺利的话，7 年之内用这种方法提取的氢能源即可上市，可以在未来的 50 亿年中提供给人类价格低廉而又无污染的能源。

5. 地热能：地热能也是廉价而又无污染的能源。全国已勘探了 103 个地热田，每年可采资源量 3.33 亿立方米。全国每年可采热水资源量 67.17 亿立方米，其中可利用的热量折合标准煤为 3 283.4 万吨。2004 年全国开采热水 13 756 kg/s，其中可利用的热量 10 779 GWh/a(百万千瓦小时/年)，折合标准煤 132 万吨。地热资源利用量以每年 10%的速度增长。为促进地热资源的可持续利用，我国还开展了"温泉之乡"命名的活动。

6. 新型光源的开发：最近国际上还在积极开发一种新的光源，即发展氮化镓(GaN)固态白光照明技术。氮化镓固态光源是一个GaN－白光LED发光器件，具有节能、全固体、冷光源、寿命长、体积小、光效高、响应速度快、耐候性好等优点。在国民经济的众多领域具有广泛的应用前景，被认为是21世纪最有价值的新光源，将取代白炽灯和日光灯成为照明市场的主导，使照明技术面临一场新的革命。由于照明消耗占整个电力消耗的20%，全球每年使用这种新光源所节省的电能达1 000亿美元，因此大力发展白光LED技术将是保护环境和节省能源的一个有效途径。氮化镓固态白光技术的成功将从照明这一大领域节省大量的电能。预计到2025年，白光LED将占照明工具市场的55%以上份额，2005—2010年全球LED照明市场规模将逾15亿美元。5年后半导体灯将替代20%的白炽灯。仅以我国台湾省为例，若全岛25%的白炽灯和全部日光灯被白光LED取代，每年可节省110亿千瓦时电力，相当于一座核电站的供电能力。

“可燃冰”

据研究结果报道，中国南海海底有巨大的“可燃冰”带，能源总估计相当于全国石油总量的一半。“可燃冰”实际上是一种天然气水合物。它是一种白色固体物质，外形像冰雪，有极强的燃烧力，可作为上等能源。在海洋中，约有90%的区域都具备天然气水合物生成的温度和压力条件。这个体积的气体储载量，即1 m^3 的固体水合物包容有180 m^3 的甲烷气体，目前公认全球的“可燃冰”总能量是所有煤、石油、天然气总和的2～3倍。天然气水合物是近20年来才被人们发现的，由于其能量高、分布广、埋藏浅、规模大等特点，正崭露头角，有可能成为21世纪的重要能源。世界上绝大部分的天然气水合物分布在海洋里，海洋里天然水合物的资源量约为1.1万亿吨，是陆地资源量的100倍。世界各国海洋权益的竞争，其实是海洋资源的竞争。西方各国已十分看好海底天然气水合物的研究与开发，不仅把它当作21世纪具有商业开发前景的海洋能源，而且在战略上将其视为争夺海洋权益的重要因素。从保障21世纪经济可持续发展的战略能源角度出发，全面规划能源政策，我国正在把天然气水合物资源的研究开发纳入能源发展和保障计划。

(二)我国的能源政策

我国在能源问题上的方针是：节约能源，合理使用，提高能效；能源开发与节约并重，把节约放在优先地位。

在油气资源方面，为了保障油气资源的可持续发展和安全稳定供给，我国石油天然气发展必须开源节流，立足国内，加强油气勘探开发，保持石油产量持续稳定。同时，要加快建立海外油气生产基地，增强国家的石油储备能力。

能否以较少的能源投入，实现经济高速增长的目标？如果采用可持续发展的节能政策，在2020年全面实现小康社会的发展目标下能源需求约为24亿吨标准煤；而在目前的政策和环境技术下，到那时的能源需求约为32亿～33亿吨标准煤。两相比较，可少用8亿～9亿吨标

准煤的能源。因此节能有着巨大的潜力。然而节能的潜力能否有效挖掘出来，要靠合适的政策来推动。

第三节　能源利用与环境的关系

一、化石燃料使用对环境的影响

根据现代的工艺水平，以煤为例来探讨化石燃料开采使用对环境的影响。

（一）开采至加工过程的影响

1. 开采过程

（1）开采工人的事故与职业性伤亡（尤其井下采矿）。

（2）地面或地面生态系统的破坏：植被的破坏（尤其是露天采矿）、土头堆积、泥石流、酸性矿坑水污染。

露天开采 100 万吨煤约要破坏土地 800 hm^2；而矿井开采（洞采）约要排出矿坑污水 9.6 万～15.3 万吨。

2. 运输、加工过程

（1）运输：运输需要能源的消耗，也增加了噪声污染问题；运输时的扬尘和为了减轻扬尘的洒水增加了大气与水体污染。

（2）加工：煤等化石燃料在加工过程产生大量黑色的灰尘、NO_x、SO_x，气化液化过程排出 NH_3、废渣、烃类等副产物。

（二）利用过程对环境的污染

1. 煤等化石燃料直接作为燃料利用时可能产生以下几个方面不同程度的污染

（1）产生 CO_2 温室气体，使大气“温室效应”加剧。

（2）产生 SO_2，引发酸雨。

（3）产生 NO_x，除引发酸雨外还参与光化学烟雾的形成，以及造成臭氧层破坏。

（4）产生有毒气体 CO，污染大气，直接对人体产生毒害。

（5）产生烃类的温室气体，烃类也参与光化学烟雾的形成。

（6）产生炉渣等固体废物。

（7）增加大气悬浮固体微粒（总悬浮固体颗粒物 TSP 和可吸入颗粒物 PM_{10}）和水中悬浮物 SS。

（8）热污染：热机的冷却水排入冷却系统外的水域，造成自然水体的热污染。

2. 煤等化石燃料作为化工原料或非直接作燃料利用时也可能产生以下污染问题

（1）煤等化石燃料本身含多种有害成分，如硫化物、氰化物、As 等重金属。

（2）通过煤等化石燃料可以制造出多种有机、无机化合物，如塑料、农药、化肥，这些物质本

身就可直接或间接地对环境造成不同程度和类型的污染。如由煤等化石燃料参与生产出的氟氯烃化合物(CFCs)就是造成臭氧层破坏的物质。

(3)冶金、煤气生产、炼焦过程产生的酚类增加了对水体的污染。

(4)煤等化石燃料的焦油中含有多种致癌芳香烃物质。

二、其他能源使用对环境的影响

现代开发的多种能源如上述的核能,尽管比较安全,也仍然存在放射性污染、核废料处理等核安全问题。

水力发电可以说是最为环保的了,也仍然存在诸多对环境和人类社会的负面影响,主要有:

1. 水力发电修筑的巨大水库使地面受力均衡受到影响,可能造成地面沉降、地表活动异常,甚至诱发地震。

2. 水力发电会改变河流水质。经过发电机械后的出水有机物、毒物增多,影响下游的水质。

3. 为提高水势或蓄水而围堰筑坝往往造成大片土地、村庄淹没,可能对地方的社会、经济、文化(包括古文物的保护)产生影响。淹没地的移民也往往造成新的社会问题,引发不安定因素。

第四节　粮食的供应、生产与环境的关系

一、粮食的供应情况

(一)世界的粮食问题

第二次世界大战以后,世界粮食生产发展很快。1950 年至 1984 年,世界粮食总产量从 6.3亿吨增至 18 亿吨,增长了 180%多。此期间,世界人口从 25.1 亿人增至 47.7 亿人,增长约 90%。由于粮食增长速度快于人口增长,所以世界人均粮食呈增长趋势。然而由于发展中国家人口增长过快,许多国家缺粮问题日益严重。例如 1961 年至 1979 年这段时间发展中国家粮食增长约 60%,而人口增长 50%多,因此,按人口平均计算,每人的粮食供应量提高不大。1970 年发展中国家饥饿和营养不良人口约为 4 亿人,1980 年已增至 5 亿人。全世界只有半数国家粮食能够自给,其余国家粮食均短缺,不少国家约有一半粮食要依靠进口。1996 年 11 月世界粮食首脑会议通过的《世界粮食安全罗马宣言》和《世界粮食首脑会议行动计划》,指出全球有 8 亿人没有足够的粮食供给,并确立了到 2015 年将世界饥饿人口减少一半的目标。2001 年,世界粮食首脑会议再次举行,过去的 5 年里每年只平均减少 600 万人,还不到规定目标的 28%。目前全世界仍有 8 亿饥饿人口,平均每天有两万多人死于饥饿。发达国家则人口增长

较慢，人均粮食供应量提高较多，少数发达国家甚至苦于粮食"过剩"卖不出去，所以世界粮食问题除了粮食总量有限之外，还包括粮食生产、分配不均问题，发达国家和发展中国家经济差距问题等。

(二)我国的粮食问题

粮食问题始终是半殖民地、半封建的旧中国的一大难题。旧中国的农业发展水平极为低下，有 80%的人口长期处于饥饿半饥饿状态，遇有自然灾害，更是饿殍遍地。1949 年新中国成立时，全国每公顷粮食产量只有 1 035 kg，人均粮食占有量仅为 210 kg。

中华人民共和国建立后，政府废除了封建土地所有制，大力发展粮食生产。据联合国粮农组织统计，在 20 世纪 80 年代世界增产的谷物中，中国占 31%的份额。中国发展粮食生产取得巨大成就，但是我国每年人均粮食占有量不到 400 kg，低于世界平均水平。新中国成立以来，我国粮食总产量增长 2 倍多，但因人口增长过快，每年增产的粮食绝大部分被新增的人口所消耗，使平均每人增加的粮食不多。例：1952 年我国粮食产量 1.6 亿吨，人均达到 285 kg；1981 年产粮食 3.25 亿吨，人均 325 kg。这期间粮食总产增长 1 倍多，而由于人口的增长，人均粮食只增长 0.14 倍。1996 年粮食产量 4.8 亿吨以上，人均依旧 400 kg 左右，人均粮食长期在 400 kg 左右徘徊。我国人均粮食产量并不高，粮食与其他农产品还远远不能满足人民生活和工业生产日益增长的需要。我国的耕地只有约 1 亿公顷，占世界耕地面积的 7%，人均耕地不足世界人均耕地的一半，却要养活占世界 1/5 以上的人口。1998 年统计：我国粮食人均占有量达到了 400 多千克。粮食储备量占消费量的比重达到 30%以上，大大高于国际公认的 17%～18%的粮食安全警戒线。

建国后我国粮食生产总量趋势是不断提高的。粮食总产量快速地从新中国成立初期的 1 亿吨增加到 1978 年的 3 亿吨，1996 年达 5 亿吨，随后的三年维持在这一水平。到 2000 年后，粮食产量跌到 4.6 亿吨。以后基本在这个水平范围内波动。全国粮食总产量 2000 年为4.621 亿吨；2001 年为 4.526 亿吨，比 2000 年减产 2.1%；2002 年为 4.571 亿吨，比 2001 年增产 0.044 8 亿吨，增产 1.0%；2003 年为 4.307 亿吨，比 2002 年减产约 5.8%。

全国粮食种植面积自改革开放以来呈明显的下降趋势。1985 年和 1994 年两年都跌至 1.1 亿公顷以下。1998 年后，中国的粮食面积连续下降，根据 2002 年年初的生产安排，粮食生产面积为历史最低水平。

二、粮食安全和提高粮食产量带来的环境问题

(一)粮食安全的概念

联合国粮农组织在 1983 年提出"粮食安全"概念，即"粮食安全的最终目标应该是确保所有人在任何时候既能买得到又能买得起他们所需要的基本食品"。全面的理解就是所有人在任何时候都能在物质上和经济上获得足够、安全和富有营养的食物以满足其健康而积极生活的膳食需要。这涉及四个条件：(1)充足的粮食供应或可获得量；(2)不因季节或年份而产生波动或不足的稳定供应；(3)具有可获得的并负担得起的粮食；(4)优质安全的食物。

也有人认为粮食安全还应包括确保粮食供求基本平衡。从这个意义上说，粮食短缺，供不应求，价格暴涨，社会不稳，是粮食不安全的表现；而粮食供过于求，市价低落，粮农亏本，耕地

撂荒，同样也是粮食不安全的表现，二者都是应当避免的。

与发达国家比较，由于中国农业产业化、工业化进程缓慢，以及市场农业、集约化经营水平及中国农产品的质量、品种结构与世界水平的差距，在21世纪中国政府的重要任务之一即是，要保证15亿以上人口的粮食供给问题。在2000年10月召开的中国共产党十五届五中全会上，“确保国家粮食安全”史无前例地写进了全会公报。

现代的中国农业和粮食在自然资源、劳动力、资金和科技四大生产要素上处于劣势，因而面临巨大挑战。

首先，粮食属于耕地密集型和水资源密集型产品，然而中国的人均耕地不及世界人均耕地的1/2。

其次，中国水资源短缺，人均水资源等于世界人均的1/4。

再次，中国农村存在的潜在失业人口是世界上最庞大的。

复次，农户经营规模小，中国平均每个农户仅拥有耕地0.6 hm^2，属于世界上生产规模最小的国家。成本高，效益低导致农产品价格高，质量低。由于中国农户经营规模过小，粮食和很多大宗农产品，如棉花、油料等的生产费用高，例如：中国每吨谷物所消耗的劳动量等于美国的540倍，每公顷耕地化肥施用量却是美国的3倍。

当前我国农业和扶贫工作仍然面临人口增长、土地和水资源严重匮乏、土壤流失、土地沙化和荒漠化等严峻挑战。我国13亿人口中还有1.2亿的营养不良人口。战胜饥饿和贫困，实现粮食安全仍然任重道远。

(二)解决粮食问题及其对环境的影响

1. 开垦荒地，扩大种植面积

为了得到生活所必需的粮食，人们不断烧垦森林，开辟耕地和牧场。世界上大约有2亿公顷森林被开垦为耕地，大约3亿以上的人以此为生，由森林支撑的大生态环境从而受到严重威胁。

开垦造成的问题主要是水土流失，围垦影响了海域生态系统的良性循环，造成水旱灾害，反过来对粮食和其他大农业生产不利，如影响近海生产力和水产养殖业。

近几年国家提出退耕还林、退耕还草的政策，维护和恢复了森林和草地的生态系统，但也是造成近几年耕地面积减少的一个原因。

2. 投入大量无机能，以高投入换取高产出

化肥污染：土壤结构破坏，肥力下降，作物质量差；水体污染，有毒物质在食物链中迁移、积累，最终影响人类。化肥生产过程消耗大量无机能(如煤)又增加对环境污染。

农药污染：为了保证粮食生产，防治病虫害的发生，农药的使用已十分广泛。根据联合国粮农组织的调查，如果不使用农药，全世界粮食总收成的一半，将会被各种病、虫、草害所吞噬，使用了农药，却只挽回15%左右的损失。农药既有对人类有利的一面，也有给环境带来污染和危害的一面。目前，世界上农药的品种约有500种以上。随着各种农药的大量使用，结果往往是害虫、益虫一起消灭，而害虫的抗药性越来越强，最后只好不断加大药量。真正作用农业害虫的农药仅有10%～30%左右，进入大气、水体的部分约为20%～30%，残留在土壤中的约有50%～60%。大量使用农药，或长期使用同一类农药，能够使许多害虫产生抗药性，连续使用农药还会杀死益虫、益鸟。所以，不合理地使用农药不但不能彻底解决农业病虫害问题，相反还会使许多原来危害不大或不难防治的虫害变得不易防治。这样就有可能使农药用量越来

越多，形成恶性循环，生态环境的破坏和污染也将逐渐加重。

3. 农业灌溉对土壤的影响

农业灌溉加速了水冲蚀，致使土壤板结，盐碱化。灌溉水通过对农田土壤的冲蚀、淋溶，将夹带泥土颗粒、矿物质、碱分和盐分、细菌、病毒、农药和化肥，还有灌区周围的生活污水等，经排水渠排入河流或湖泊而污染地表水，增加水的矿化度、浑浊度，影响水的气味、pH 值、温度、氮磷等营养物质的含量。灌溉水经土壤入渗后也会使地下水受污染。

由于灌溉水在很大程度上依赖地下水，而地下水的补给又很缓慢，深层地下水通常被认为是一种不可再生的资源。过量开采地下水，使地下水位下降，形成大面积漏斗区，造成地面沉降、塌陷，大量机井报废，沿海地区海水入侵。

4. 农业生态环境的"白色污染"

人类为了提高粮食产量绞尽了脑汁。从 20 世纪 70 年代起，世界上出现了地膜覆盖栽培技术，促进了粮食增产，然而却又引发了称之为农业生态环境的"白色污染"。目前所用的塑料薄膜，大多是以聚乙烯或聚氯乙烯为原料的高分子化合物，在自然中极难分解。在土壤中的残膜碎片，可存在 400 年之久。太多的残膜降低了土壤的透气性及肥力。

发展农业和粮食的正确道路应是：(1)建设生态农业，利用生态学原理提高粮食产量，包括可持续农业和新兴的景观农业建设。(2)节约粮食。

浪费粮食现象还相当普遍

据报道某市一家垃圾分类回收系统分拣站刚刚运行 3 个月，从垃圾中分拣出的馒头面包、烙饼等粮食就达 35 t 多，如果按每人每天吃粮 0.4 kg 计算，相当于 240 人 1 年的口粮。而这些东西分拣出来以后，只能当作猪饲料。据说最多时一天能拣出 1 000 kg 馒头和烙饼。众所周知，我国人多地少，目前还没有解决温饱问题的农村贫困人口还有 4 200 万人。如果能经常想想这些，那些将白花花的馒头随手扔掉的人们在出手的时候，是不是还能那么轻松？请同学们调查一下你身边浪费粮食的现象是不是也十分惊人。

世界粮食日

联合国粮农组织(Food and Agricultural Organization of the United Nations, FAO)介绍：联合国粮食及农业组织成立于 1945 年 10 月 16 日，1946 年 12 月成为联合国专门机构。到 1997 年，有成员 174 个国家和地区。其宗旨是："改进粮农产品的生产和分配效率"，"改善农村人口状况"，"帮助发展世界经济和人民免于饥饿"。大会为最高权力机构，每两年开一次会。该组织的出版物为《农业经济与统计月报》。1979 年 11 月，第 20 届联合国粮农组织大会决议确定，1981 年 10 月 16 日为首届世界粮食日，此后每年的这一天都作为"世界粮食日"。其宗旨在于唤起全世界对发展粮食和农业生产的高度重视。

第五节　食品安全、餐桌污染

一、食品安全概述

1. 食品安全的定义

食品安全是指食品质量状况对食用者健康、安全的保障程度，即用于消费者最终消费的食品，不得出现食品原料问题或生产、加工、运输、储存过程中的问题对消费者的健康、安全造成或者可能造成任何不利的影响。

2. 食品安全的内容

食品安全包括三个方面的内容：

(1)食品的污染(如微生物污染、化学污染、物理污染等)，对人类的健康、安全带来的威胁；

(2)食品工业新技术(如食品添加剂、食品生产配剂、介质和辐射食品、转基因食品等)所带来的问题；

(3)食品标识滥用问题。

3. 现代食品安全问题的主要表现形式

(1)食源性疾病不断上升；

(2)恶性污染事件日益突出，甚至造成人的生命财产的损失；

(3)某些新技术带来的新危害得不到有效的控制；

(4)世界范围内由于食品安全问题而引起的贸易纠纷不断发生。

4. 污染的范围

(1)重大突发事件；

(2)消费者日常生活中的主副食品。

5. 主要食品污染事件

(1)历史上八大公害中的水俣病、骨痛病、米糠油事件都与食品安全有关；

(2)近年的二噁英、疯牛病、O-157、禽流感、口蹄疫等。

6. 主要污染物

(1)重金属污染：我国每年随污水排放的重金属镉约770多吨。有些地方由于重金属镉的排放引起农田污染，使大米中含镉量高达1.32～5.43 mg/kg，大大超过卫生标准规定的0.2 mg/kg，给人体健康带来极大威胁。

(2)有机物质污染：有机物的污染以化学农药为代表。目前全国农药使用量大约为20万吨左右，真正利用率仅为10%～20%，其余排放进入环境。许多农民由于缺少环境保护知识，施用农药的技术不过关，因此农药事故屡有发生。农药事故在我国每年伤害了上万人甚至10万人以上。有研究表明，癌症发病率的逐年提高与农药使用量成正比，农村儿童白血病40%～50%的诱因之一是农药。另外，妇女的自然流产率与畸形胎儿出生率增高都与农药使用有关。

另一种有机污染物是人工合成色素，是以煤焦油为原料制成的，常被人们称为煤焦油色素或者苯胺色素。煤焦油和苯胺不仅可引起神经性的中毒，而且具有明显的致癌性。另外合成色素在加工、生产过程中，往往还会引入重金属如铅、砷和汞等。经常食用颜色鲜艳的食品，色素在体内蓄积过多，会消耗体内的解毒物质和干扰正常的代谢功能，甚至导致腹泻、腹胀和营养不良等症状。此外，食用人工合成色素还会严重影响人的神经传导功能，使儿童发生多动症，注意力无法集中。

二噁英也是一类强烈的致癌物质。1997 年世界卫生组织国际癌症研究中心将其从致癌物名单的二级致癌物地位提升到一级致癌物(对人体肯定致癌物)。二噁英不仅具有致癌性，还具有生殖毒性，可能造成男性雌性化。二噁英是工业化过程的副产物。有关二噁英问题的详细介绍请看第五章的第五节。

(3)非金属无机物质污染：非金属无机物质污染以硝酸盐污染与人体关系最为密切。蔬菜在生产过程中由于施肥不当而引起硝酸盐在菜体中的积累。人体摄入硝酸盐总量的 80%以上来自蔬菜。硝酸盐本身毒性不大，但是它在人体肠胃中可转化为亚硝酸盐，后者具有很大的致病、致癌性质，可造成人体尤其是婴幼儿的血液失去携氧功能，出现中毒症状，还可与胃肠中的胺类物质合成极强的致癌物质亚硝胺，并导致胃癌和食道癌。蔬菜体内的硝酸盐含量因其类型不同而异。蔬菜类型可分为叶菜类、根菜类、花菜类、瓜果类。一般说来叶菜类比瓜果类的硝酸盐含量高。此外，市场上销售的蔬菜如果储藏时间太长，尤其是那些已经变黄或出现病斑和开始腐烂变质的蔬菜，其菜体内硝酸盐已多半转化为亚硝酸盐，食后极易引起中毒。

世界卫生组织(WHO)公布的全球十大垃圾食品

1. 油炸类食品(导致心血管疾病元凶(油炸淀粉)，含致癌物质，破坏维生素，使蛋白质变性)。

2. 腌制类食品(导致高血压，肾负担过重，导致鼻咽癌，影响粘膜系统(对肠胃有害)，易得溃疡和发炎)。

3. 加工类肉食品(肉干、肉松、香肠等)，含三大致癌物质之一：亚硝酸盐(防腐和显色作用)，含大量防腐剂(加重肝脏负担)。

4. 饼干类食品(不含低温烘烤和全麦饼干)〔食用香精和色素过多(对肝脏功能造成负担)，严重破坏维生素，热量过多、营养成分低〕。

5. 汽水可乐类食品(含磷酸、碳酸，会带走体内大量的钙，含糖量过高，喝后有饱胀感，影响正餐)。

6. 方便类食品(主要指方便面和膨化食品)〔盐分过高，含防腐剂、香精(损肝)，只有热量，没有营养〕。

7. 罐头类食品(包括鱼肉类和水果类)(破坏维生素，使蛋白质变性，热量过多，营养成分低)。

8. 话梅蜜饯类食品(果脯)〔含三大致癌物质之一：亚酸盐(防腐和显色作用)，盐分过高，含防腐剂、香精(损肝)〕。

9. 冷冻甜品类食品(冰淇淋、冰棒和各种雪糕)(含奶油极易引起肥胖，含糖量过高影响正餐)。

10. 烧烤类食品〔含大量“3，4-苯并芘”(三大致癌物质之首)〕。

二、我国食品安全现状

在我国食物供给体系和食品工业体系形成、建设过程中政府、行业管理部门、监督检验部门等均注重了对食品质量的控制，其中包括对食品卫生安全的管理和控制。我国的食品卫生整体质量有了相应的提高，在保障人民生活和卫生健康需要方面有了长足进步，这是我们长期努力工作的结果。

国家自20世纪90年代初起相继颁布了《食品卫生法》等有关保障食品卫生质量的法律、法规。有关部门发布了一系列相关的规定和管理办法，比如，《粮食卫生管理办法》、《食品添加剂生产管理办法》等。各地政府为贯彻执行相关法规也发布了一些实施办法。在实际食品生产和市场流通中，这些法规、条例和办法的实施起到了相当程度的对食品质量的规范和保障作用。

虽然我国的食品卫生安全工作已取得了明显的进步，但是与发达国家相比，我国的食品安全水平仍然处在较低的水平。我国的食品生产和供给中还存在着食品制成品的合格率不高，食物中毒及食源性疾患没有得到控制，一些中小食品生产经营企业工艺和设备落后、技术水平较低，检验手段不齐，法律意识不够，执行食品安全相关法规、条例、标准的自觉性和力度不够，食品安全监督执法队伍力量与所担负的工作量相比还很不足，执法水平还需提高等情况。这些问题在某些方面还比较严重，导致我国目前食品不安全的状况存在。

当前，我国发生的食品安全问题可以归纳为以下几个方面：

(一)化肥、农药等对人体有害物质残留于农产品中

许多谷物使用杀虫剂处理以防止昆虫的危害，使用杀菌剂处理以防止真菌的生长，使用除莠剂或生长抑制剂有选择地消灭一些杂草，这些都能造成污染。农药大部分是复杂的有机化合物，对动物和人常常是有毒的。虽然通常是在收割前有足够长的时间，以便雨水将农药冲去，但它常常很稳定，在土壤天然水中可达数年之久。据统计，我国目前受污染的农田面积达622万平方公里，32.8%的蔬菜种植户在叶菜上用过有机磷农药。国家农业部曾对50多个蔬菜品种、1 293个样品的农药残留进行检测，结果显示22%的样品不合格。

(二)抗生素、激素和其他有害物质残留于禽、畜、水产品体内

我国饲养业饲料中添加抗生素、激素比较普遍，常有残留于禽、畜、水产品中。近年来，又发生多起因食用“瘦肉精”喂养的猪肉而中毒的事件。

"瘦肉精"及其危害

瘦肉精又名克伦特罗、盐酸克伦特罗等，目前又发展有多种同分异构体，不容易检测出来。瘦肉精具有神经兴奋作用，可以刺激动物生长并增加肌肉比例。用它喂养牲畜，牲畜体内会有残留。人食用了含瘦肉精的牲畜肉，对人体有严重危害。临床表现：(1)急性中毒，有心悸，面颈、四肢肌肉颤抖，头晕、乏力，心动过速，室性早搏。(2)原有交感神经功能亢进的患者，如有高血压、冠心病、甲状腺功能亢进者上述症状更易发生。(3)与糖皮质激素合用可引起低血钾，从而导致心律失常。(4)反复使用会产生耐受性，对支气管扩张作用减弱及持续时间缩短。预防方法：(1)控制源头，加强法规的宣传，禁止在饲料中掺入瘦肉精。(2)加强对上市猪肉的检验。(3)购买猪肉的消费者，如果发现猪肉肉色较深、肉质鲜艳，后臀肌肉饱满突出，脂肪非常薄，这种猪肉则可能使用过"瘦肉精"。

(三)超量使用食品添加剂

超量使用国家认定的可供食品加工用的添加剂品种和用量，以及在产品中超过残留限量即可能对人体造成危害。如曾发现在面粉中超限量5倍的增白剂"过氧化苯甲酰"，在腌菜中超标准20多倍的苯甲酸，在饮料中成倍超标使用的化学合成甜味剂等等。

(四)滥用非食品加工用化学添加物

在食品加工制造过程中，非法使用和添加超出食品法规允许使用范围的化学物质(其中绝大部分对人体有害)。例如：熏蒸馒头、包子增白使用二氧化硫；使大米、饼干增亮用矿物油；用甲醛浸泡海产品使之增韧、增亮，延长保存期；改善米粉、腐竹口感使用"吊白块"(一种化工原料，化学名称为甲醛次硫酸氢钠。"吊白块"在食品加工过程中分解产生的甲醛，是细胞原浆毒，能使蛋白质凝固，一次性摄入10 g即可致人死亡)等等。

(五)食品制造使用差、劣的原料

食品加工用原料质量差、劣，给食品安全造成极大隐患。如：用已霉变(含黄曲霉毒素)的大米加工米制品；使用病死畜、禽加工熟肉制品；早餐摊点使用"地沟油"加工油炸食品等。

近来有关餐饮业"地沟油"的问题，在社会上引起强烈的反响。"地沟油"也称"潲水油"，是指从餐饮业的下水管道中，通过隔油器或手工收集，然后借助简单工艺由手工提炼出来的油品，以及酸败不能再食用的油品总称。由于"地沟油"从原料收集，到手工提炼的过程中，经过与水、金属、微生物等发生作用，酸败程度高，产生的游离脂肪酸多，导致酸价也很高，由此产生的致畸、致癌、突变的毒性物质对人体十分有害。"地沟油"不能食用，但可做化工产品的原料之用，许多化工厂用它来生产机械润滑油、油漆等工业产品。因此，提炼"地沟油"就成了某些人的职业行当，许多地下非法的"地沟油"加工厂，也就有了生存空间。

(六)假冒伪劣食品

近年来假冒伪劣食品在一些地区，特别是广大农村地区肆意横行，如：用化学合成物掺兑的酱油、食醋；粗制滥造的饮料、冷食品；水果表面用染料涂色；用工业酒精制造假酒、甲醇假冒

为白酒等。

(七)病原微生物控制不当

食品的原料和加工程度决定了它具备一定的微生物生长的条件,加工制造过程和包装储运过程中稍有不慎就会发生食品中微生物的大量繁殖生长。我国发生的集体食堂和饮食服务业中的食物中毒,大多由微生物引起。在我国,易造成食物中毒的病原微生物主要有:致病性大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、沙门氏菌等。

(八)腐败变质的食品上市流通

食品基本都以动植物生物组织作为主要成分。这些物质在一定条件下会发生一系列的化学和生物变化,产生各种对人体有害的物质。食用这些腐败变质的食品必然导致对人体的危害。比如,变质的鲜奶、酸奶、鲜肉;超过保质期的糕点、果汁饮料等。

(九)包装材料中化学物质的转移

在塑料的制造中,往往要加入有机过氧化物或金属盐,作为引发聚合反应的催化剂。塑料的加工过程中,为了改变塑料的性能,往往要加入一些添加剂——塑料助剂,如增加柔软性的增塑剂,防止氧化的抗氧剂,增加热稳定性的稳定剂等,当塑料用作食物包装材料时,这些塑料助剂就可能进入食物中,成为污染食品的一个来源。

三、转基因食品的安全性问题

(一)转基因食品的概念

利用分子生物学手段,将某些生物的基因转移到其他生物物种上,使其出现原物种没有的性状或产物,这种生物称作转基因生物。转基因食品(Genetically Modified Food,GM 食品)是指以转基因生物为原料加工生产的食品,即利用转基因技术获得的含有外源基因的动植物和微生物及其衍生物生产的产品。通过转基因食品可以缩短优良物种的产生和培育时间(传统的杂交培育成功要经过 8～10 年)。

(二)转基因食品的类型

可分为增产型、控熟型、高营养型、保健型、新品种型和加工型。

(三)转基因食品的安全性问题

我国和世界其他国家一样,转基因食品发展迅速。我们在感受新技术所带来的优越性的同时,也更加关注转基因食品的安全性问题。转基因作物作为一个新物种的出现释放到自然环境,也可能会带来极大的潜在危害,那就是新物种对原有物种的干扰、破坏,甚至导致其死亡。有人担心,转基因食品可能有害于人类,对生态环境造成新的污染——遗传基因污染。基因食品的安全性在一些发达国家成为了社会问题,特别是疯牛病、二噁英污染事件发生后,公众更是心有余悸。到目前为止,我国尚未见转基因食品给食用者带来损害的直接报道。但从国内外对转基因生物的研究来看,转基因食品具有的潜在危险主要是转基因动植物对人类安

全和生物多样性的潜在影响。包括以下几方面：可能损坏人类的免疫系统（标记基因）；可能产生过敏综合症；可能对人类有毒性；对环境和生态系统有害，如抗虫转基因玉米在提高害虫死亡率的同时也影响着益虫的成熟期；产品对人类有重要作用的成分缺失了，如耐除草剂的转基因大豆中防癌的成分减少了；对人类和人体存在未知的危害。对此，我们应给予足够的重视。

关于转基因食品的安全性，欧美国家存在较大的分歧。欧洲国家认为，只要不能否定其危害性就应该限制；而美国则主张，只要在科学上无法证明它有危害性就不应该限制。近几年来，美国和欧盟、欧盟内部爆发了多起由转基因食品引起的贸易纠纷。

目前全世界共有 13 个国家（美国、阿根廷、加拿大、中国、南非、澳大利亚、罗马尼亚、墨西哥、保加利亚、西班牙、德国、法国和乌拉圭）允许播种转基因作物，进入田间试验已达 500 多种。但是，转移基因的技术发展也很快，基因的转移已具备很强的专一性，可以准确地将某个基因片断衔接到预定的点上。因此，转基因食品的安全性是有保障的，而且迄今没有报告表明，转基因农产品给人体健康造成了危害。

转基因食品对人体健康可能产生的影响主要有以下四个方面：

(1)食品营养品质改变：外源基因可能对食品的营养价值产生无法预期的改变，其中有些营养增加而另一些营养却可能降低。如果人类（进化过程中）已长期适应的某些营养的缺失或营养结构改变，将影响人类生物学发展的稳定进程。此外，食用植物和动物中影响成分的改变对营养的相互作用、营养基因的相互作用、营养的生物利用率、营养的潜能以及营养代谢等方面都有一定的影响。

(2)抗生素抗性：转基因食品抗生素的抗性改变已经有较多的证据。

(3)潜在毒性：遗传修饰在打开一种目的基因的同时，也可能会无意中提高天然植物的毒素。如马铃薯的茄碱、木薯和利马豆的氰化物以及豆科的蛋白酶抑制剂等。

(4)转基因食品中潜在的过敏源：转基因技术可以将供体的过敏形状转移到受体植物中去。常见的过敏性食物有鱼类、花生、大豆、奶、蛋、甲壳动物、小麦和核果类。1996 年 Pioneer Hi－Bred 国际公司为提高动物饲料的蛋白质含量，将巴西坚果的基因引入大豆，结果使一些对巴西坚果过敏的消费者产生过敏反应。

(四)转基因食品的安全性评价

国际上对转基因食品的安全性评价主要应用 1993 年经济发展合作组织（OECD）提出的“实质等同性原则”(Substantial Equivalence)，即生物技术产生的食品及食品成分是否与目前市场上销售的食品具有实质等同性。根据产品的不同情况大致可以分为以下 3 类：①新产品与传统产品具有实质等同性，对这类产品可不必作进一步的安全性评价；②新产品与传统产品除某一个插入的特定性状外，具有实质等同性，这类产品的安全性评价应集中针对插入基因的表达产物；③新产品与传统产品之间没有实质等同性，这类产品要求作详细的安全性评价。根据此原则，如果转基因植物生产的产品与传统食品具有实质等同性，则可以认为是安全的；反之则应进行严格的安全性评价。

实质等同性分析是对新食品与传统市售食品作相对的安全性比较，是一种动态过程。这种分析是灵活的，并随时间和方法的改进而变化。重组 DNA 技术产生的遗传工程体（GMOs），其实质等同性分析可在食品（作为食物整体考虑其营养性，或食品成分的水平）上进行，这种分析应尽可能以物种作为单位来比较，以便于灵活地应用于同一物种产生的各类食物。生物技术新产品与传统市售产品的实质等同性比较主要包括表型性状、分子特性、关键营

养成分及抗营养因子、有无毒性物质及有无过敏性源等，分析时应考虑作为参照物即该物种及其传统产品的自然变异范围。在进行实质等同性评价时主要考虑以下几个方面：毒物动力学、遗传毒性、潜在致敏性、基因传递与稳定性、微生物定植、微生物致病性、啮齿类 90 d 喂养试验以及验证对人类的安全性。

关于评价生物技术产品是否有过敏性问题，需要参照食物过敏原的一些共同特征，考虑包括：①基因来源：特别是供体生物是否含已知的过敏源；②分子量：大多数已知过敏源的分子量为 10 000～40 000；③序列同源性：许多过敏源序列已知，应比较免疫作用明显的序列相似性；④热和加工稳定性：熟食品和加工过的食品，问题较小；⑤pH 值和胃液作用：大多数过敏源抗酸和蛋白水解酶的消化；⑥食物部分：在植物非食用部分中表达的新蛋白不是食物过敏源。如果基因来自已知的食物过敏源，则 GMOs 首先应该用敏感个人的血清作体外试验，以确定过敏源是否通过基因工程转入了受体，若为阴性，则再用皮肤试验验证。具有过敏源的食物由监控机构考虑是否批准，但市场销售时必须加明显标签。

尽管目前对转基因食品的使用仍有争论，但是在食品制造的商标上给予注明，这是普遍都接受的。

四、解决餐桌污染的途径

1. 建立食品安全控制体系

(1)建立良好的操作规范；

(2)推行 ISO 9000 质量保证体系和 ISO 14000 环境管理体系；

(3)危害分析与关键控制点(HACCP)系统操作指南。

HACCP 是在食品的生产过程中保证食品安全的系统操作指南，是被国际权威机构认可的、以预防为主的有效食品安全的系统操作指南。HACCP 是一个全面而又科学的食品控制体系。包括 7 个基本要素：危害分析、关键控制点识别、各关键控制点临界极限的确定、建立各关键控制点的监测方法和处理监测结果的程序、建立各关键控制点偏离临界极限时的校正方案、建立 HACCP 系统的有效记录档案制度、建立确认 HACCP 系统是否正常运转的程序。HACCP 是一种预防性策略，其核心是制定一套方案来预测和防止在食品生产过程中出现影响食品安全的危害，防患于未然，降低产品损耗。

2. 强化食品安全保障技术及管理者责任

(1)食品安全法规的建立与实施；

(2)建立国家食品安全控制与监测网络；

(3)加强国家食品安全控制技术的投入和研究；

(4)加强对食品加工企业以及消费者的培训和教育。

3. 完整的食品安全体系

包括质量标准、认证管理、质量监督、控制管理、产品开发、市场流通、技术服务、人才培养等。

4. 推行绿色食品认证

详见本章第六节。

第六节 绿色食品、有机(天然)食品

一、绿色食品

当前，由于化肥农药在农业中的广泛应用，不但造成环境污染，而且农作物大量吸收有毒物质，食品的品质也明显下降，给人类健康带来严重危害。人们因此呼唤健康农业，“绿色食品”也应运而生。

(一)绿色食品的概念

严格地讲，绿色食品是指遵循可持续发展原则，按照特定生产方式生产，经专门机构认定，许可使用绿色食品标志商标的无污染、安全、优质、营养类食品。它具有一般食品所不具备的特征：“安全和营养”的双重保证，“环境和经济”的双重效益。它是在生产加工过程中通过严密监测、控制、防范或减少化学物质(农药残留、兽药残留、重金属、硝酸盐、亚硝酸盐等)污染、生物性(真菌、细菌、病毒、寄生虫等)污染以及环境污染而生产出来的。绿色食品在突出其出自良好生态环境的前提下融入了环境保护与资源可持续利用的意识，融入对产品实施全过程质量控制的意识和依法对产品实行标志管理的知识产权保护意识。因此，绿色食品的内涵明显区别于普通食品。

绿色象征着生命、健康和活力，也象征着环境保护和农业。生产绿色食品是人类注重保护生态环境的产物，是社会进步和经济发展的产物，也是人们生活水平提高和消费观念改变的产物。

(二)绿色食品必须具备的条件

根据我国农业部规定，获得绿色食品标志的产品，必须符合下列条件：

(1)产品或产品原料产地必须符合绿色仪器生产环境和质量标准。

(2)农作物种植、畜禽饲养、水产养殖及食品加工必须符合绿色食品生产操作规程。

(3)产品必须符合绿色食品产品标准。

(4)产品的包装、贮运必须符合绿色食品包装贮运标准。

(三)绿色食品的特征

(1)强调产品出自良好的生态环境。坚持对原料产地及其周围的生态环境因子进行严格检测和评价，以保证生产地没有遭受污染。

(2)产品无污染、安全、优质、营养。无污染、安全是指在绿色食品的生产、加工过程中，通过严密监测、控制，防范农药残留、放射性物质、重金属、有害细菌等有关食品生产各个环节的污染，而不仅仅局限在将食品的污染水平控制在危害人体健康的安全限度内。优质、营养是指产品具有优良的内在品质，产品的营养价值和卫生安全指标高于普通食品。

(3)绿色食品的生产开发实施“从土地到餐桌”的全程质量控制。通过产前环节的原料环境监测和产中环节具体生产、加工操作规程的落实,以及产后环节产品质量、卫生指标、包装、运输、储藏、销售等的控制,确保绿色食品标志是一个质量证明商标,通过对合乎绿色仪器标准的产品给予绿色食品标志的使用权,实现了质量认证和商标管理的结合。

(四)绿色食品的标准

绿色食品的相关标准有:绿色食品分级标准、绿色食品的产地环境质量标准、绿色食品生产过程标准、绿色食品产品标准、绿色食品包装标签标准。

(1)绿色食品的分级标准中把绿色食品分为A级与AA级。A级允许限量施用人工合成化学品,如化肥和农药。目前市场上少量出售的绿色食品就属于A级。AA级绿色食品完全与国际接轨,各项指标标准达到或严于国际同类食品。AA级绿色食品完全不允许使用人工合成化学品,包括生长中的化肥与农药,也包括加工过程中不得使用保鲜剂、防腐剂、添加剂等。这种食品级别类似于西欧、美国、日本等地已成为时尚的有机食品级别,售价一般比同类普通食品高50%,有的甚至高出150%。

(2)绿色食品的产地环境质量标准中规定了产品或产品原料产地的生态因子包括大气、水、土符合绿色食品的环境质量标准。

(3)绿色食品的生产过程标准是绿色食品生产过程中的关键环节,绿色食品的生产过程标准是绿色食品标准体系的核心。它包括生产资料使用准则和操作规程,其中生产资料使用准则是对绿色食品生产过程中的农药、肥料、兽药、水产养殖用药、食品添加剂的使用准则。生产操作规程是绿色食品生产资料使用准则在一个品种产品生产上的细化和落实。

(4)绿色食品产品标准主要体现出绿色食品的安全、优质、营养食品的内涵,包括原料、感官、理化、微生物等要求内容。

(5)绿色食品包装标签标准对于绿色食品的包装材料、容器、辅助物必须要符合要求,同时标签的相关内容要符合国家有关标准。绿色食品是遵循可持续发展原则,按照特定生产方式组织生产,经专门机构认定,许可使用绿色食品商标和无污染的安全、优质、营养类食品。

凡绿色食品产品的包装上都同时印有绿色食品商标标志、“经中国绿色食品发展中心许可使用绿色食品标志”字样的文字和批准号。如LB-40-9801011231,LB代表“绿标”,40代表“产品类别”,98代表“年份”,01代表“中国”,01代表“北京市”,123代表“当年批准的第123个产品”,1代表“A级绿色食品”(如果是2则代表AA级绿色食品)。

生产绿色食品,关键在于农药和肥料。毫无疑问,普通化肥、农药与绿色食品是不相容的,食用化肥农药残留超标的蔬菜瓜果,无异于慢性自杀。现代人类呼唤健康农业,呼唤天然无污染的绿色食品,自然要在农业生产中排斥化肥和杀虫剂之类,代之以生物农药和生物肥料。在这方面,科学家们正在努力研制生物杀虫剂,利用某些昆虫、细菌使害虫得病而死,对人的健康无害。科学家们还把希望寄托在基因技术上,例如使农作物自己释放出杀虫剂。

二、有机(天然)食品

(一)有机(天然)食品的概念

为了解决现代农业及其相关工业生产造成的环境污染和食品品质劣化等一系列弊端,国

外诸多学者和农业实践工作者早在20世纪三四十年代就提出要保护土壤的健康,发展有机农业为人类生产没有污染的环保食品即有机食品。

(二)有机食品的认证

1994年10月我国在南京成立了唯一一家从事有机食品(天然)食品(包括纯天然食品)研究、开发和颁证的机构,在云南、安徽、河北、山东、山西、内蒙、青海、辽宁、黑龙江、湖南等地建立了10个分中心。中心建立了国际有机作物改良协会的中国分会,可以开展国际性的有机农产品颁证工作。

凡符合《我国有机(天然)食品生产和加工技术规范》的食品(包括真正的纯天然食品)均可以申请颁证,经国家环保总局有机食品颁证委员会批准后授予该标志。

有机(天然)食品的品质和技术要求高于国内通常意义上的绿色食品,而且具有国际权威性,是中国环保食品走上国际市场的通行证。有机(天然)食品必须符合三个方面的要求。一是除符合国家有关食品生产、加工和卫生标准外,还必须符合国家环保总局有机(天然)食品生产和加工技术规范的要求,是一类符合国际有机食品生产和加工基本标准的有机(天然)食品;二是该商品的原料不受任何污染,其生产过程中不使用任何合成农药、化肥、除草剂、合成生长素和饲料添加剂等;三是该商品在加工过程中不使用合成的防腐剂、合成的食品添加剂和人工色素等,商品的储藏、运输过程中未受到有害化学物质的污染。

(三)新形势下我国发展绿色食品(包括有机食品)的重大意义

加入世界贸易组织(WTO)后,虽然部分进口关税降低了,但另一种无形的壁垒却增高了,其中最令人担忧的就是“绿色壁垒”。在世界贸易中,发达国家构筑了“绿色壁垒”,他们通过立法,制定繁杂的环保公约、法律、法规和标准、标志等形式对商品进行准入限制,当前日趋严重的农产品贸易保护主义,与环境保护相关的“绿色”标志已成为一种新的非关税贸易壁垒。当今农产品国际贸易领域:一是高附加值、高科技含量的农产品及其加工产品出口比重日益增长,农业的持续发展将更加依靠科学技术进步;二是出口农产品必须具备更高的质量和安全性,特别是美、日等国对绿色食品的检测标准更是十分苛刻。所以,那种单纯追求数量上的增长,而不顾产品质量的老路已经走不通了。中国是世界上最大的发展中国家,在“绿色壁垒”面前,已经付出了很大的代价。入世后,“绿色壁垒”更加贴近了我们的经济生活。因此,如何应对“绿色壁垒”对我国农产品在国际贸易市场上造成的冲击,已经是十分严肃的问题。

目前全球食品贸易额约为每年5 000亿美元。食品的国际贸易有两方面益处:一是使消费者对食品的选择面扩大了,从而使膳食多样化;另一方面还可以为食品出口国赚取外汇。1994年4月15日,GATT各成员国在Marrakesh签订了与食品密切相关的“卫生与动植物检疫措施协定”(SPS协定)和“技术性贸易壁垒协定”。各成员国意识到他们采取的保护本国消费者健康以及动植物卫生的措施可能成为潜在的贸易壁垒并构成一种歧视。

中国加入WTO后农产品出口受到很大冲击。由于我国现行的食品标准与CAC(食品安全法典)以及日本和欧盟国家的标准存在很大差距,因此常常受到绿色贸易壁垒的影响。如日本规定进口大米必须检测91项安全、卫生指标,从此我国大米对日本的出口越来越难。

发达国家为达到限制进口外国产品的目的,制定了严格的卫生检疫标准,尤其对食品中的农药残留量、放射性残留和重金属含量的要求都十分严格。而对于产品技术较低、缺乏处理手段、资金高度匮乏的发展中国家,执行严格的发达国家的农产品卫生检疫标准,就更加受制于

贸易壁垒了。

面对WTO挑战的新形势，加快发展我国绿色食品意义重大，它也是我国农业现代化建设和可持续发展的必然选择。因为绿色食品开发所依靠的生态农业建设既吸取了传统农业技术的精华，又采纳了现代高新农业技术，注重环境保护、产品质量和环境建设，生产过程与产品自身均具有较高的科技含量，其产业和产品在国际竞争上有十分明显的优势。只有发展绿色食品，才能增强我国食品在国际上的竞争力，改善我国出口企业的国际形象；只有发展绿色食品，才能适应环保时代世界贸易的发展要求；只有发展绿色食品，才能突破发达国家的“绿色壁垒”，使我国的绿色食品在国际有机食品贸易中占有更大的份额。所以，发展绿色食品既是适应“入世”的需要，也是我国现代化农业建设的战略选择。

20世纪90年代以来随着经济和社会的发展以及城乡居民生活水平的提高，人们对生态环境质量和食品质量及安全性要求越来越高，人们崇尚自然、追求食品安全和健康的意识越来越强，这些均为绿色食品的发展提供了广阔的国内市场空间。A级绿色食品的要求比有机食品（或AA级绿色食品）的要求要低，但其价位也相应较低，因而能为目前国内大众所接受。所以，在当前广大群众生活水平逐步提高，但还不太高的阶段，A级绿色食品以可接受的价位与“入世”后大量进口的有机食品相比，其竞争还是具有明显的优势的。在现阶段，它拥有比有机食品（或AA级绿色食品）更广阔的国内市场。因此，绿色食品的发展要积极调整优化农业结构。采取A级和AA级并重发展的策略，应广开渠道，扩大内需，用A级绿色食品满足我国广大人民群众的需求，用AA级绿色食品的开发，提高我国农产品在国际市场上的竞争力。

目前我国对绿色食品还存在宣传力度不够，销售渠道不畅，供应网点太少的问题。特别要提高百姓的绿色食品消费观念，要让广大群众充分认识绿色食品产品的卫生、营养和安全标准大多要比普通食品高，树立使用绿色食品与健康长寿的相关性，树立“花钱可以买健康”的观念。如普通茶叶中要求Pb、Cu重金属含量分别低于2 mg/kg和60 mg/kg，而绿色食品茶叶标准则要求分别低于1 mg/kg和15 mg/kg。“六六六”、DDT农药残留量标准普通茶叶均为0.2 mg/kg，而绿色食品茶叶均为0.05 mg/kg。如冲泡普通茶叶越多，对人体健康的威胁越大。了解这个事实后人们的绿色消费观念就会大大加强。

绿色食品的生产单纯关心食品是远远不够的，还必须考虑生产方式对资源、环境和人的影响。所以，绿色食品的发展需要各方面的努力。我国绿色食品的发展应该向农业、食品、轻工、环保、卫生、外贸、金融等相关行业和部门延伸，并且形成自身产业发展的一个完整体系，包括质量标准体系、认证管理体系、质量监控体系、组织管理体系、产品开发体系、市场流通体系、技术服务体系、人才培训体系。

（四）确定与国际接轨的法规

加入WTO后，我国绿色食品认证机构也将会出现有国际认证资格的、地域性认证资格的相应认证机构，这将给中国的绿色食品产业带来新的活力和生机。在21世纪，企业是否拥有ISO 14000证书将是进入国际市场的先决条件。实施全球通行的ISO 14000标准，就可为企业突破“绿色壁垒”提供有效的“通行证”，任何人就没有任何借口阻挠我们产品的出口，这样就提高了出口产品在国际市场上的竞争力。所以政府应尽快出台优惠政策，引导企业从坚持可持续发展战略的高度，重视和加强ISO 14000认证工作。

绿色食品产生于全球经济一体化、高新技术迅猛发展和国际可持续发展战略的背景下。中国绿色食品经过十多年的发展，取得了宝贵的经验。我国绿色食品的发展前景广阔，主要是

因为:(1)绿色食品坚持可持续发展的策略,体现了环境保护和经济发展的协调;(2)我国政府十分重视绿色食品事业的发展;(3)我国绿色食品的发展充分考虑了我国的国情;(4)我国具有优越的发展绿色食品的生产条件;(5)国内和国际上的绿色食品和有机食品市场日益增长,为绿色食品的发展推波助澜。当前,我们已经加入 WTO,挑战和机遇并存。抓住机遇,大力发展绿色食品,是时代赋予我们的使命。

第七节　生态农业与农村生态环境

我国是一个农业大国。农村从人口到土地都占全国的绝大部分。在中国广袤的土地上,有着各种各样的生态系统,而最广大的是农村生态系统,农村生态环境的好坏直接关系到中国大地的生态环境,关系到与民众息息相关的粮食生产与粮食安全。早在 1985 年 6 月,国务院环境保护委员会就发表了《关于发展生态农业,加强农业生态环境保护工作的意见》。要保护好农业生态环境,其出路就是用农业生态学的观点、方法建设好生态农业,保护好农村生态环境。

一、生态农业的背景、意义

人类在同自然的长期斗争中积累和总结了一套悠久的农业生产实践经验,这一套传统的农业措施在相当长的时间里维持了农业生态系统的基本稳定和平衡。这种传统的农业措施的特点是大量施用有机肥,通过提高土壤肥力来促进作物生长;通过增加人畜劳力来提高农业生物对自然资源的转化效率和各营养级的生态效率。这是以有机能投入为主体的闭合循环的农业,是传统农业的体现,叫"有机农业"。

但随着人类社会的发展,对物质需要的增加。以有机能投入为主体,发挥自然资源生产潜力而形成的农业产品越来越不适应或不能满足人类社会日益增长的需要。从 19 世纪 40 年代起,经历了几次大的工业革命,许多发达的国家为了解决农业这种供不应求的局面,开始使用化石燃料。特别是美国、日本、加拿大、澳大利亚等一些发达国家的农民,为了从农业生态系统摄取更多的优质的产品,向该系统投入了大量无机能(化肥、化学农药、燃料动力机械等),以弥补从系统取走的有机物,并提高农业生物对自然资源的转化率,这就是所谓的无机农业或石油农业。其实质是靠外加能量和人工合成物质的高投入来换取农业的高产量,以物理和化学过程来部分替代人力,推动农业生产循环的速度,提高农业生产力。这些化肥生产、农药合成、抽水机用的电、拖拉机用的油归根结底大都是来自石油,都是来自地下的化石燃料,所以叫"石油农业"。

这种石油农业在换取高的农业生产力方面是成功的,曾经取得了积极结果,刺激了当时农业的迅速发展,使农业生产效率、单位面积产量和农产品的商品率等大大提高。据不完全统计,欧美、前苏联和东欧各国近几十年来农作物产量迅速增长,化肥所起的作用占一半以上。工业化革命以来,以高度集中、高度专业化、高度劳动生产率为特征的石油农业在发达国家取得了很大发展。美国著名的生态学家 E. P. Odum 的统计表明,美国在石油农业中每生产一

份产品的能量，是以投入 10 倍能量(化肥、杀虫剂和燃油动力)为代价的。这就是说大量的石油等能量的消耗，只换来了有限的碳水化合物收获。

片面追求高能量投入以换取高的产出，带来了一系列不良的严重后果：加剧了能源供应的紧张状况；加速了不可再生能源的消耗；破坏了土壤的结构，使土壤板结，土壤有机质及营养元素含量下降；土壤微生物群落演替受影响；化肥、农药污染了环境，破坏了生态系统之间生物信息传递；化学物质变性，影响了生物种群之间的平衡，破坏了生态系统的良性循环。其结果造成生态环境恶化，自然灾害频繁，水土流失严重，农业持续发展的后劲严重不足。同时，由于工业化等原因造成的全球生态环境的恶化也构成了对现实农业持续发展的严重威胁，如世界范围内，沙漠在扩张、森林在缩小、物种在消失、污染在排放、农药生物富集、人口在膨胀、耕地在减少。这些都是影响到农业发展的突出问题，使农业发展面临困境。在这种情况下，各国相继寻求新的农业模式，如：有机农业、生物农业、生物动力学农业、自然农业等，希望能建立一个土壤肥力自我维持、少污染和病虫害能受到有效控制的持续发展的农业生态系统。要解决这一问题，其出路就必然从农业投入、产出、结构、技术到政策法规作一系列改变和调整，这种改变和调整的结果就是生态农业的产生。

1970 年美国的 Albrect 提出了生态农业一词，1981 年，Worthington 将生态农业定义为“生态上能通过低输入自我维持，经济上有生命力，在环境、伦理和审美方面可以接受的小型农业”。实际上，在生态农业的研究方面，一些国家早在 1969 年就提出进行生态农业系统的研究。美国的罗代尔研究中心也于 1974 年开始生态农业的研究。1975 年英国成立了一个国际性机构，专门研究生态农业等问题。甚至许多发展中国家，如菲律宾、泰国、印度尼西亚，20 世纪 70 年代末以来，生态农业的研究也蓬勃发展。1982 年还成立了一个地区性的协作研究机构——东南亚大学农业生态系统研究网。菲律宾的马雅生态农场以较大的成功而闻名全球。20 世纪 80 年代以来，我国也有越来越多的科技人员投入生态农业的研究。我国也提出了中国特色的生态农业与农业生态工程，将生态农业定义为根据生态学、生态经济学的原理，在传统农业精耕细作的基础上，应用现代科学技术建立和发展起来的一种多层次、多结构、多功能的集约经营管理的综合农业生产体系。所以生态农业是生态工程在农业生产上的应用，它总结传统的有机农业生产经验，并以系统工程的优化方法而进行的农业生产实践的新型模式，是具有生态系统健康、经济良性循环、集约经营管理特征的综合农业生产体系。生态农业的目标是环境生态、农村经济、社会影响三大效益的协调统一。

生态农业具有重大的现实意义和深远的战略意义。它适合于我国人多地少、经济水平低的国情，投资少，收入大，能充分挖掘生态系统内部的潜力，在少增加甚至不增加系统外部物质和能量输入的条件下，获取尽可能大的持久的效益，是实现我国农业由自给、半自给经济向商品经济转化，由传统农业向现代农业转化的重要途径。

生态农业通过提高太阳能的利用率、生物能的转化率和农副废弃物的再生循环利用率，以及因地制宜地开发利用自然资源，使农、林、牧、加工等各业得到协调发展，提高生产力，维护农村生态环境，达到经济效益与生态效益和社会效益的可持续发展。

现代还有一种提法，叫“持续农业”，1991 年由联合国粮农组织在荷兰召开的国际农业与环境会议上发表的《持续农业和农村发展的登博茨宣言》提出。该宣言第一点就提到“发展中国家和发达国家的农业都应当重新调整，以便满足对持续性的要求”。所谓的持续农业就是能使各种乡村社区持续稳定地发展存在下去的农业。国际农业研究磋商小组(CCIAR)的技术咨询委员会对持续农业的定义是：“成功地管理各种农业资源以满足不断变化的人类需求，而

同时保持或提高环境质量和保护自然资源。"对这一定义，尽管世界各国有不同的理解和做法，但强调保持稳定持续增长的农业生产率，保持资源与环境的永续利用，保护生态环境，推进农业持续发展，以满足世世代代人民的需求，则是一致的。

在我国，经过多年实践，已证明生态农业是适合于我国农业持续发展的一个模式。评价我国农业建设项目就是要用持续发展的生态学观，用生态农业建设的标准来衡量、评估和规划。持续发展是人们针对传统的发展模式以牺牲环境作为代价这一弊端而提出来的一种新型发展模式。生态农业建设是农业建设项目符合可持续发展的优化模式，它对自然资源的开发利用特别重视在农村经济发展的同时，保护和改善农村生态环境，使经济、社会的发展具有可持续性，它将资源合理利用、循环及储备型的农村经济发展模式取代传统的单程式、掠夺式、消耗型以及纯增长型的经济发展模式。所以尽管生态农业与持续农业提法不同，但理念是一致的。

二、我国生态农业建设的内容和特点

生态农业既有别于石油农业，也不同于古老的传统农业，它以持续发展的生态学理论为指导，因地制宜，实现农、林、牧、渔、加工、运销诸业的有机结合。又根据具体情况各有侧重，把单纯从自然索取，转变为把保护、改善、增殖和合理利用自然资源结合起来。主张按生态经济规律组织农业生产，发展农村经济，把经济效益、生态效益和社会效益统一起来，把高效率生产系统的建设同优美的农村生活环境建设统一起来。

根据我国的特点，生态农业主要内容有：

(1) 建立大农业综合经营体系，使每种农业生物和农产品、"废物"均能作为另一种或另一些农业生物的原料或饲料，沿食物链和加工链被多次循环利用，变废为宝，从而形成无废料、无污染的生产系统，形成符合生态系统物质循环的"循环经济"体系。

(2) 充分利用太阳能，因地制宜，建立立体结构的生产模式。

(3) 充分开发农村能源(沼气、太阳灶、风能、水、地热等)。

(4) 扩大有机肥源，科学施用化肥，秸秆还田，生物固氮，提高土壤结构和有机质水平，合理使用农药。

(5) 改善农村生活和生产环境，加强精神文明建设，提高农民的文化科学素质。

我国的生态农业可以归纳为以下5个特点：

(1)是技术密集型与劳力密集型结合的产物。

(2)强调合理投入，并不消极遏制化肥农药的投入，科学地施用化肥，保持和提高土壤的有机质水平和良性循环。

(3)强调生态系统内部资源的深度开发，变废为宝，从而形成无废料、无污染的生产系统，开发农村能源(如发展沼气、太阳灶、营造薪炭林，利用风能、水能、地热等)。

(4)农业立体结构模式和耕作制度多样。

(5)强调区域性，系统整体优化和持续发展，注重农业发展与环境保护同存，兼顾经济、社会、生态三个效益的统一，使单位面积上经济收入大大提高。

三、生态农业类型的划分

我国广大农村现在已经涌现出许多生态农业模式，按生态学原理大致可划分为如下类型：

1. 生物互利共生型

生态学研究表明，自然生态系统中的不同生物形态结构、生理功能和生态特征不同，而利用不同空间层次和不同时间内的生态位，使生态系统的效能得到充分发挥。例如，热带雨林，各种植物由于茎、叶、枝干高低不同，根系错落有异，各自占据对自己最有利的生态位，分别利用不同强度的光照和不同土壤层次中的水分和养分。

自然界中生物之间互利共生的现象非常普遍。单纯结构的农田生态系统共生条件差，不能发挥高效益的功能。

通过自然生态系统和单一结构的人工生态系统比较，人们模拟自然生态系统的高效机制，设计出了陆地立体种植、水体立体养殖以及陆水体种植与养殖结合等立体利用生态位及生物互利共生的种种模式。

(1)陆地立体种植：这种模式的特点是为了高效利用地上和地下各层次的生态位，根据作物茎的高矮、根的类型（深根、浅根、直根系、须根系等）和各种生物对生态位的差异（喜光或喜阴，耐旱或耐涝等），而将两种或两种以上的作物进行合理的套作或间作。

A. 套种，即在某种作物生长的后期，在行间播种另一种作物。

B. 间作，即在土地上间隔地种植两种或几种作物。

(2)水体立体种植：水体立体种植这种形式在我国长江流域和南方各省比较普遍，主要是水稻与绿萍的共生系统。

此外还有水体分层立体养殖、水体种养结合等方式。

2. 物质循环再生利用型

生物产量只有一部分（如果实、种子、肉类等）能被人们直接食用，另一部分（根系、秸秆、排泄物、枯枝落叶等）通常不经利用就回到自然生态系统中去，怎样通过某些途径把它们转化为对人类更加有益的产品？农村多以原粮、毛菜、生猪等形式向城市输出产品，这种输出中大约有 20%～55%是无效的，不能为消费者所利用，还造成了城市生态系统的污染，也加大了运输消耗。如何将初级产品变为“半成品”、“成品”或“精品”，其他部分就地利用，以便既减少无效输出，又降低农村生态系统的物质能量输入？人们发现，模拟自然生态系统的物质循环再生功能可较好地解决上述问题，并且已创立了几种物质循环利用模式，如养殖业内部的种植业、养殖业及加工业结合的种植业、养殖业和沼气相结合的种植业、养殖业与加工业以及与沼气的相结合。

其中养殖业内部的物质循环利用模式得到成功的应用。在自然生态系统中，一些动物取食别的一些动物粪便的现象经常可见。这促使了人们对畜禽粪便再生利用的研究。如采用鸡粪喂猪，猪粪养殖蝇蛆，蝇蛆喂鸡的方式，扩大食物网或延长食物链，使前一环节被利用的不是其生物个体，而是其排泄的废物。这种方式既增加了农民收入，而且还消除了鸡、猪粪堆放给苍蝇、蚊子等造成的滋生条件，改善了农村的卫生状况。

物质循环再生利用的模式是充分利用各个环节的产品和“废料”，为下一环节服务，并扩大食物网，使之多层次循环、多次增值。

此外还有生态系统自控型、限制因子调控型、区域协调规划型等等。这说明生态农业类型的多样性和内涵的丰富，不仅仅是一种“立体农业”。

四、衡量生态农业建设效果的标准和方法

衡量一个生态农业建议项目实施效果的标准可以概括为如下几个方面：①经济上高效益（包括降低成本提高收益）；②资源利用（包括自然资源、社会资源）合理和高效；③生态环境逐渐优化（包括系统本身环境和对周围环境）；④产品品质优良和无害；⑤农民个人收入不断提高；⑥每一项目的建议不仅顾及到现代人，也都从长远考虑到后代人的利益，各种资源具有持续发展的"后劲"；⑦不断满足社会对农产品日益增长的需求；⑧农民的精神文明和文化素质的提高。

由于生态农业系统也是一种生态系统类型，一个好的生态系统，它的生态功能应是最佳的。因此分析一个生态农业模式的效率往往引进生态系统能量流动模式的概念。分析时要全面考虑农业生态系统的总体结构，进行能量产投比测算，项目包括①投入的总能量：有机能投入（劳力、畜力、种子、有机肥）和无机能投入（农机、燃油、农电、化肥、农药）；②产出的总能量；③有机能/无机能；④能量产投比，凡是能量产投比高的，则这个生态农业的模式是成功的。当然还要同时考虑经济效益，从经济效益、社会效益、生态效益进行全面衡量。

对于生态系统中的一些能量计算，可以查阅现成资料、现成测算表，而对一些特殊的物质就要进行实际测定，主要的方法是采用热值仪（如氧弹式热值仪），通过测定热值，再由热功当量（4.18 kJ/kcal）转换为功的能量，进行统一计算。

[概念与知识点]

能源的分类、我国能源现状、我国能源问题的方针、能源的国际观、区分储量与资源的概念、绿色食品及其等级划分、有机食品、计算能源使用年数的公式及各字母意义、乙醇汽油、甲醇汽油、粮食安全、食品安全、转基因生物、转基因食品、有机农业、石油农业、生态农业

[思考与练习]

1. 能源的不同分类法。
2. 试分析当前世界能源的消耗与供应情况及其特点。
3. 简述我国能源利用状况。
4. 简述人类使用传统能源的前景及出路。
5. 能源问题的实质是什么？如何解决能源问题？
6. 了解你当地新能源的开发使用情况。
7. 石化燃料、原料在开采加工、使用过程中如何对环境造成污染？以煤或石油为例说明。
8. 谈谈除石化燃料以外，其他能源的使用如何对环境造成污染。
9. 谈谈发展 GaN—LED 白光照明光源的意义。对当地发展 GaN—LED 固态照明光电子产业提出建议。
10. 能源利用对大气环境有哪些影响？请根据我国现阶段能源结构的状况分析我国大气污染的特点和控制对策。
11. 试述当今世界粮食生产上的主要问题。

12. 简述大量施用农药的生态学后果。
13. 解决粮食问题可能带来哪些环境问题?
14. 组织调查学校各食堂中存在的粮食浪费现象,将调查的资料在"世界粮食日"向同学公布,并发表相关评论,组织相关论坛,进一步树立大家自觉爱护粮食的风气。
15. 谈谈新形势下我国发展绿色食品(包括有机食品)的重大意义。
16. 何谓绿色产业、绿色技术、绿色食品?
17. 绿色食品与有机食品有何区别?
18. 试了解绿色食品包装标志和批准号的含义。
19. 谈谈新形势下我国发展绿色食品(包括有机食品)的重大意义。
20. 谈谈你对转基因食品对人类健康可能产生影响的认识。
21. 结合当地的情况,请你提出解决餐桌污染的建议。
22. 从你身边发生的事情举例谈谈我国食品安全的现状。对解决食品安全性问题你有何途径?
23. 何谓"地沟油"? 调查你生活邻近的地区有否"地沟油"等食品安全隐患的危害。提出防范的措施和建议。
24. 一年投射到地球的太阳能为 5.14×10^{21} kJ,试计算一天投射到地球的太阳能相当于多少吨标准煤? ($E_{标煤}=29.26\times10^{6}$ kJ/t)(附录有参考答案)
25. 如石油的总储量还有 4 310 亿吨标煤,现年消耗量为 20 亿吨石油,年消耗增长率为 14%,问地球的石油可用多少年? (1 吨石油相当于 1.43 吨标煤)(附录有参考答案)
26. 在有条件的地方,通过热值仪的使用等方法分析一个农业生态系统的能量产投比。

[推荐读物与网络资源]

中国科学院石家庄农业现代化研究所,中国生态经济学会主办. 中国生态农业学报. 北京:科学出版社

席运官,钦佩. 2002. 有机农业生态工程. 北京:化学工业出版社

钦佩,周春霖,安树青,尹金来. 2002. 海滨盐土农业生态工程. 北京:化学工业出版社

杨洁彬,王晶,王柏琴,陈义珍,韩纯儒. 1999. 食品安全性. 北京:中国轻工业出版社

www.agro—labs.ac.cn 中国的资源及其环境状况

www.grain.gov.cn 中国粮食信息网

www.cereal.com.cn 中国粮食网

www.china5e.com 中国能源网

www.newenergy.org.cn 中国新能源网

www.greenfood.org.cn 中国绿色食品网

www.fm77.com 中国有机食品网

www.ofdc.org.cn 国家环境保护中局有机食品发展中心

www.foodsafe.net 食品安全网

www.safety.com.cn shipin 中国安全网—食品安全

www.ukabc.org 农业生物多样性—食物安全性的可持续性使用

第九章　我国的环境保护对策、有关法规及环境标志

环境保护法是调整环境保护中各社会关系的法律规范的总称，是指国家、政府部门根据发展经济、保护人民身体健康与财产安全、保护和改善环境需要而制定的一系列法律、法规、规章等。环保法规迅速成为一门新兴的独立法律分支，是和近几十年来世界很多国家和地区环境严重恶化，以至需要国家政府干预这种情况相联系的。

第一节　我国环境保护的主要对策

我国的环境保护工作起始于20世纪70年代初，1973年召开全国环境保护工作会议，确定了“全面规划、合理布局、综合利用、化害为利、依靠群众、大家动手、保护环境、造福人民”的32字方针。在这个方针的指导下，国家和地方开始有组织地制定了环境保护政策、法规、标准，并逐步形成了具有中国特色的环境保护工作制度。

总体上，环境保护已经成为我国的一项基本国策。

一、环境保护法的任务、目的与作用

（一）环境保护法的任务

根据《中华人民共和国宪法》和《中华人民共和国环境保护法》的规定，我国环境保护法有两项任务：

（1）保证合理地利用自然环境，自然资源也是自然环境的重要组成部分。

（2）保证防治环境污染与生态破坏，防治环境污染和保护生态环境是指防治废气、废渣、粉尘、垃圾、污水、滥伐森林、破坏草原、破坏植物，乱采乱挖矿产资源、滥捕滥猎鱼类和动物等等。

（二）环境保护法的目的

为人民创造一个清洁、适宜的生活环境和劳动环境以及符合生态系统健全发展的生态环境，保护人民健康，促进经济发展提供法律上的保障。

(三)环境保护法的作用

环境保护法是保护人民健康,促进经济发展的法律武器;是推动我国环境法制建设的动力;是提高广大干部、群众环境保护意识和环保法制观念的好教材;是维护我国环境权益的有效工具;是促进环境保护的国际交流与合作,开展国际环境保护活动的有效手段。

二、环境保护法的基本原则

环境保护法的基本原则,是环境保护方针、政策在法律上的体现,是调整环境保护方面社会关系的指导规范,也是环境保护立法、司法、执法、守法必须遵循的准则,它反映了环保法的本质,并贯穿环境保护法制建设的全过程,具有十分重要的意义。

(一)经济建设与环境保护协调发展的原则

根据经济规律和生态规律的要求,环境保护法必须认真贯彻"经济建设、城市建设、环境建设同步规划、同步实施、同步发展的三同步方针"、"经济效益、环境效益、社会效益的三统一方针"和"污染防治与生态保护并重的方针"。

(二)预防为主,防治结合的原则

预防为主的原则,就是"防患于未然"的原则,避免重蹈"先污染后治理"的覆辙。环境保护中预防污染不仅可以尽可能地提高原材料、能源的利用率,而且可以大大地减少污染物的产生量和排放量,减少二次污染的风险,减少末端治理负荷,节省环保投资和运行费用。"预防"是环境保护第一位的工作。然而,根据目前的技术、经济条件,工业企业做"零排放"也是很困难的,所以还必须与治理相结合。

国家实行建设项目环境影响评价制度。《中华人民共和国环境影响评价法》共有5章38条。《中华人民共和国环境影响评价法》以专章规定了发展规划的环境影响评价。国务院有关部门、设区的市级以上地方人民政府及其有关部门组织编制的土地利用的有关规划,区域、流域、海域的建设、开发利用规划,"应当在规划编制过程中组织进行环境影响评价,编写该规划有关环境影响的篇章或者说明"。国务院有关部门、设区的市级以上地方人民政府及其有关部门组织编制的工业、农业、畜牧业、林业、能源、水利、交通、城市建设、旅游、自然资源开发的有关专项规划,"应当在该专项规划草案上报审批前,组织进行环境影响评价,并向审批该专项规划的机关提出环境影响报告书"。

《中华人民共和国环境影响评价法》规定,根据建设项目对环境影响的程度,对建设项目的环境影响评价实行分类管理。建设项目的环境影响评价分类管理名录,由国务院环境保护行政主管部门制定并公布。环境保护行政主管部门应当对建设项目投入生产或者使用后所产生的环境影响进行跟踪检查,对造成严重环境污染或者生态破坏的,应当查清原因、查明责任。

《中华人民共和国环境影响评价法》还对公众参与环境影响评价作出了规定,要求除国家规定需要保密的情况外,对环境可能造成重大影响、应当编制环境影响报告书的建设项目,建设单位应当在报批建设项目环境影响报告书前,举行论证会、听证会,或者采取其他形式,征求有关单位、专家和公众的意见。建设单位报批的环境影响报告书应当附对有关单位、专家和公众的意见采纳或者不采纳的说明。

(三)污染者付费的原则

污染者付费的原则，通常也称为“谁污染，谁治理”、“谁开发，谁保护”原则，其基本思想是明确治理污染、保护环境的经济责任。

(四)政府对环境质量负责的原则

环境保护是一项涉及政治、经济、技术、社会各个方面的复杂又艰巨的任务，是我国的基本国策，关系到国家和人民的长远利益，解决这种带动全局、综合性很强的问题，是政府的重要职责之一。

(五)依靠群众保护环境的原则

环境质量的好坏关系到广大群众的切身利益，因此保护环境，不仅是公民的义务，也是公民的权利。

三、环境保护法的特点

环境保护法除了具有法律的一般特征外，还有以下特点：

1. 科学性：环保是以科学的生态规律与经济规律为依据的，它的体系原则、法律法规、管理制度都是从环境科学的研究成果和技术规范总结出来的。

2. 综合性：环保法所调整的社会关系相当复杂，涉及面广、综合性强。既有基本法，又有单行法；既有实体法，又有程序法；而且涉及行政法、经济法、劳动法、民法、刑法等有关内容。

3. 区域性：我国是一个大国，区域差别很大，因此我国的环保法具有区域性特点。各省市可根据本地区制定相应的地方法规和地方标准，体现地区间的差异。

4. 奖励与惩罚相结合：我国的环保法不仅要对违法者给予惩罚，而且还要对保护资源、环境有功者给予奖励，做到赏罚分明。这是我国环保法区别于其他国家法律的一大特点。

第二节　环境保护主要法规(法规体系)介绍

环境保护法是国家整个法律体系的重要组成部分，具有自身一套比较完整的体系。《中华人民共和国宪法》是我国的根本大法，它为制定环境保护基本法和专项法奠定了基础。1997年3月14日第八届全国人民代表大会第五次会议修改的《中华人民共和国刑法》就开始增加了“破坏环境资源保护罪”的条款(第二篇第三章第六节)，使得违反国家环境保护规定的个人或集体都不只负有行政责任，而且还要负刑事责任。8个环境保护“专项法”为防治大气、水体、海洋、固体废物、噪声污染、放射性污染、清洁生产、环境影响评价制定了法规依据。环境保护工作涉及方方面面，特别是资源、能源的利用，因此资源法和其他有关的法也是环境保护法规体系的重要组成部分。

《中华人民共和国宪法》规定：“国家保护和改善生活环境和生态环境，防治污染和其他公

害”,“国家保障自然资源的合理利用,保护珍贵的动物和植物。禁止任何组织或者个人用任何手段侵占或者破坏自然资源”,“国家保护名胜古迹、珍贵文物和其他重要历史文化遗产”,“国家组织和鼓励植树造林,保护林木”。

1979 年,我国正式颁布了《中华人民共和国环境保护法(试行)》这标志着我国环境保护工作步入了法制轨道,可以视为我国环境保护的“基本法”。以《中华人民共和国环境保护法(试行)》为依据,1982 年又相继颁布了《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国大气污染防治法》、《中华人民共和国水污染防治法》(1984 年 5 月 11 日通过,1996 年 5 月 15 日修正)、《中华人民共和国噪声污染防治条例》(1996 年 10 月 29 日通过,自 1997 年 3 月 1 日起施行)及相关的资源法、环保行政法规和许多部门规章及标准,基本形成了具有我国特色的环境法律法规体系。

1989 年 12 月根据我国环境保护事业发展的需要,对《中华人民共和国环境保护法》进行了修改;1995 年对《中华人民共和国大气污染防治法》进行了修改(2000 年 4 月 29 日再次修订,2000 年 9 月 1 日实施)。1996 年 4 月 1 日颁布实施了《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2005 年 4 月 1 日修订实施),与原法相比,增加了许多重要内容,同时对原有的制度和措施做了重要修改和补充,主要体现在以下方面:“维护生态安全”首次进入中国的环境资源立法,保障国家稳定、协调发展;明确提出了国家促进循环经济发展的原则,倡导绿色生产、绿色生活;全面落实污染者责任,保障公民环境权益,公平享有和使用环境;首次将限期治理决定权明确赋予环保部门,合理配置权力;农村固体废物防治纳入法律规制范围,关注保护与改善农村环境;完善管理措施,严格防治危险废物污染环境;加强固体废物进口分类管理,体现了中国入世承诺和 WTO 规则要求。1996 年对《中华人民共和国水污染防治法》进行了修改,同时颁布了《中华人民共和国环境噪声污染防治法》。1999 年 12 月 25 日修订通过了《中华人民共和国海洋环境保护法》(自 2000 年 4 月 1 日起施行)。2002 年 6 月 29 日通过了《中华人民共和国清洁生产促进法》(自 2003 年 1 月 1 日起施行)。2002 年 10 月 28 日通过了《中华人民共和国环境影响评价法》(自 2003 年 9 月 1 日起施行)。2003 年 6 月 28 日通过了《中华人民共和国放射性污染防治法》(自 2003 年 10 月 1 日起施行)。

环保法律的颁布与修订完善,有力地保障和推动了我国环境保护事业的深入发展。为便于记忆,这些法可以归纳为:

1. 根本大法

《中华人民共和国宪法》。

2. 刑法的有关规定

3. 环境保护专项法律

1 个“基本法”+8 个“专项法”。

4. 环境保护行政法规、法规性文件

《中华人民共和国水污染防治法实施细则》、《中华人民共和国海洋倾废管理条例实施细则》等。

5. 中国人民解放军环境法规和规章

《中国人民解放军环境保护条例》等。

6. 环境保护部门规章、规范性文件

《中华人民共和国水污染防治法实施细则(第一号局令)》、《国家环境保护局法规性文件管理办法(第二号局令)》、《环境保护信访管理办法(第四号局令)》、《国家环境保护局环境保护科

学技术进步奖励办法(第六号局令)》、《建设项目环境保护管理办法》、《废电池污染防治技术政策》(环发[2003]163号),等等。

7.环境保护法律解释

8.资源法律、法规

(1)中华人民共和国森林法

(2)中华人民共和国森林法实施细则

(3)中华人民共和国草原法

(4)中华人民共和国渔业法

(5)中华人民共和国矿产资源法

(6)中华人民共和国土地管理法

(7)中华人民共和国水法(2002年8月29日修订通过,自2002年10月1日起施行)

(8)中华人民共和国水土保持法(1991年6月29日)

(9)中华人民共和国野生动物保护法(1988年11月8日通过,自1989年3月1日起施行)

(10)中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例

(11)中华人民共和国水生野生动物保护实施条例

(12)中华人民共和国野生植物保护条例

(13)中华人民共和国煤炭法

(14)中华人民共和国节约能源法(1997年11月1日通过,自1998年1月1日起施行)

(15)中华人民共和国自然保护区条例

(16)中华人民共和国防沙治沙法(2001年8月31日颁布,自2002年1月1日起施行)

(17)中华人民共和国海域使用管理法(2001年10月27日通过,自2002年1月1日起施行)

(18)中华人民共和国安全生产法(2002年6月29日通过,自2002年11月1日起施行)

等其他相关文件。

9.相关法律、法规

(1)中华人民共和国城市规划法

(2)人口与计划生育法(2002年9月1日正式实施)

(3)中华人民共和国乡镇企业法

(4)中华人民共和国农业法

(5)森林和野生动物类型自然保护区管理办法

等其他相关文件。

10.有关程序和实体法律、法规

(1)中华人民共和国刑法

(2)中华人民共和国行政处罚法

(3)中华人民共和国行政诉讼法

等其他相关文件。

11.常用环境标准

(1)地面水环境质量标准(GB 3838－88)

(2)环境空气质量标准(GB 3095－1996)

(3)污水综合排放标准(GB 8978－1996)

(4)大气污染物综合排放标准(GB 16297－1996)

(5)城市区域环境噪声标准(GB 3096－93)

(6)工业企业厂界噪声标准(GB 12348－90)

(7)建筑施工场界噪声限值(GB 12523－90)

等其他相关文件。

同时颁布了国家的一系列环境标准,各地各部门也制定颁布了一些具体法规和标准。

第三节　环境标志

一、环境标志的概念

环境标志,又称生态标志、绿色标志、环境标签等,它是由政府环境管理部门依据有关的法规、标准向一些商品颁发的一种张贴在产品上的图形,用以标识该产品从生产到使用以及回收的整个过程都符合规定的环境保护要求,对生态环境无害或危害极小,并易于资源的回收和再生利用。环境标志产品的范围主要是那些对人类和环境有危害,但采取适当措施后就可以减小或消除危害的产品。实施环境标志可以使公众清楚地看出产品在环境保护方面的差异,提高公众的环境保护意识,还可以增强企业在市场上的竞争能力。因此,可以把环境标志看成是产品绿色通道的护照。联邦德国是最早实施环境标志计划的国家,目前已有 75 种类型 4 500 多种产品被授予环境标志,随后日本、加拿大、法国、瑞士、芬兰、澳大利亚等国家开始实施环境标志。国际标准化组织(ISO)环境战略咨询组于 1991 年成立了环境标志分组,旨在统一环境标志方面的有关定义、标准和测试方法,避免导致国际贸易上的障碍。

我国国家环保总局 1993 年开始在全国开展环境标志工作,1994 年 5 月 17 日,由国家环境保护总局、国家质检总局等 11 个部委的代表和知名专家组成的国家最高规格的中国环境标志产品认证委员会成立,它是代表国家对产品环境行为进行认证、授予产品环境标志的唯一机构。与国际生态标签计划对接的中国环境标志计划同时开始实施。2003 年 9 月,根据《中华人民共和国认证认可条例》的要求,国家环保总局成立了国家环境保护总局环境认证中心(中环联合(北京)认证中心有限公司),接替了中国环境标志产品认证委员会秘书处的认证职能,成为国家授权的唯一授予中国环境标志的机构。

在环境标志国际互认的大趋势下,2005 年初,我国已经与日本、韩国、澳大利亚分别签署了环境标志互认协议,并与美国、加拿大、德国等 20 多个国家组成的全球环境标志网(GEN)及瑞典、加拿大、丹麦等 6 个国家组成的全球环境产品声明网(GED)加强了交流与合作。这表明中国环境标志作为“绿色通行证”已在国际贸易中开始发挥它的重要作用。

二、常见的环保标志介绍

1. 中国环境标志



中国环境标志是一种官方的产品证明性商标，图形的中心结构表示人类赖以生存的环境，外围的十个环紧密结合，环环紧扣，表示公众参与共同保护环境；同时，十个环的“环”字与环境的“环”同字，其寓意为“全民联合起来，共同保护人类赖以生存的环境”。

2. 中国环境保护徽



中国环境保护徽是中国环境保护的标志，象征地球，说明地球只有一个，是我们全人类赖以生存的大环境，人们要共同保护它。徽标上端图案基本结构与组合同联合国环境保护徽相近，说明环境保护事业是全球性的，它为全世界所关注。在当今时代，日益恶化的环境告诫人们：环境保护事业与全人类生存休戚相关。上端图案绿色橄榄枝，既代表和平、安宁，又代表一切植物和生态环境，象征绿色在召唤，人们应当知道：绿色的消失，就会使生态失去平衡，就是对人类生存的严重威胁。图形的蓝色块，代表蓝天与碧水，泛指大气与水体，太阳代表宇宙空间，山与水借用中国象形文字并使之图案化，从形象上增强中国特色，说明我们环境保护工作者的任务，就是要通过对污染的监督与治理，使天长蓝、水长清、山长绿，让人们永远生活在美好环境中。图案基本色调采用明快、洁白的颜色，代表洁净，无污染的大气。下端 ZHB 为 Zhong Guo Huan Bao（中国环保）的缩写，标明这是环境保护徽。

3. 中国Ⅰ型环境标志



中国Ⅰ型环境标志严格遵循 ISO 14020 系列国际标准及 ISO 14040 产品生命周期信息评估理论，开展以 ISO 14024 环境标志国际标准为审核依据的认证工作。ISO 14024（环境管理、环境标志与声明、Ⅰ型环境标志、原则与程序）是由国际标准化组织（ISO）于 1999 年 4 月正式颁布，目前世界各国开展的环境标志计划主要为此种类型。我国于 2001 年正式将 ISO 14024 标准等同转化为GB/T24024国家标准。

Ⅰ型环境标志计划（执行 ISO 14024 标准）是一种自愿的、基于多准则的第三方认证计划，以此颁发许可证授权产品使用环境标志证书。Ⅰ型环境标志对每一类产品配备一套完整的、具有高度科学性、可行性、公开性、透明型的标准，凡是符合标准的产品即表明其基于生命周期考虑，具有整体的环境优越性。Ⅰ型环境标志用科学的标准和严格的评定程序确立了第三方认证程序的范本。

Ⅰ型环境标志遵循的原则：自愿性、选择性、产品的功能性、符合性和验证性、可得性、保密性。

Ⅰ型环境标志的特点：公开透明、第三方认证、产品的规模效应、其他国际通行标准、明确的环境标志产品准则。

4. 中国Ⅱ型环境标志

ISO 14021 环境标志国际标准（II 型环境标志）于 1999 年 9 月 15 日颁布，1999 年 11 月正式成为国际标准。我国于 2001 年正式将 ISO 14021 标准等同转化为 GB/T240241 国家标准。它规定了对产品和服务的自我环境声明的要求，理论上是无边界的，自我环境声明包括与产品有关的说明、符号和图形；有选择地提供了环境声明中一些通用的术语及其使用的限用条件；规定了对自我环境声明进行评价和验证的一般方法，以及对选定的 12 个声明进行评价和验证的具体方法。为增强声明的可信度，是否经第三方验证，由声明者自愿签约。自我环境声明验证通过后，许可使用验证方的 II 型环境标志标识，颁发验证证书。



5. 中国Ⅲ型环境标志

中国 III 型环境标志严格遵循 ISO 14020 系列国际标准及 ISO 14040 产品生命周期信息评估理论，开展以 ISO 14025 环境标志国际标准为审核依据的审核工作。中国 III 型环境标志强调产品质量指标与环境指标的双优，它是对产品和服务的各个阶段（如设计、生产、使用、废弃等阶段）按照生命周期评价理论进行系统的分析，开列出所有与产品和服务有关的环境影响清单（声明数据数据表），并检测和计算出相应的量化结果，向消费者、经销商提供产品和服务的可比环境信息，同时在市场上树立企业的“绿色”形象。



6. 绿色食品标志

绿色食品标志图形由三部分构成：上方的太阳、下方的叶片和蓓蕾，象征自然生态；标志图形为正圆形，意为保护、安全；颜色为绿色，象征着生命、农业、环保。AA 级绿色食品标志与字体为绿色，底色为白色；A 级绿色食品标志与字体为白色，底色为绿色。整个图形描绘了一幅明媚阳光照耀下的和谐生机，告诉人们绿色食品是出自纯净、良好生态环境的安全、无污染食品，能给人们带来蓬勃的生命力。绿色食品标志还提醒人们要保护环境和防止污染，通过改善人与环境的关系，创造自然界新的和谐。



绿色食品标志是指“绿色食品”，“GreenFood”，绿色食品标志图形及这三者相互组合等 4 种形式（附图仅为三者的组合），注册在以食品为主的共 9 大类食品上，并扩展到肥料等绿色食品相关类产品上。

7. 无公害农产品（食品）标志

无公害农产品（食品）标志是由麦穗、对勾和无公害农产品字样组成，麦穗代表农产品，对勾表示合格，金色寓意成熟和丰收，绿色象征环保和安全。无公害农产品标志分为 5 种，其尺寸（直径）分别为 10 mm、15 mm、20 mm、30 mm、60 mm。



8. 有机食品标志



有机食品标志采用人手和叶片为创意元素。一只手向上持着一片绿叶，寓意人类对自然和生命的渴望；两只手一上一下握在一起，将绿叶拟人化为自然的手，寓意人类的生存离不开大自然的呵护，人与自然需要和谐美好的生存关系。

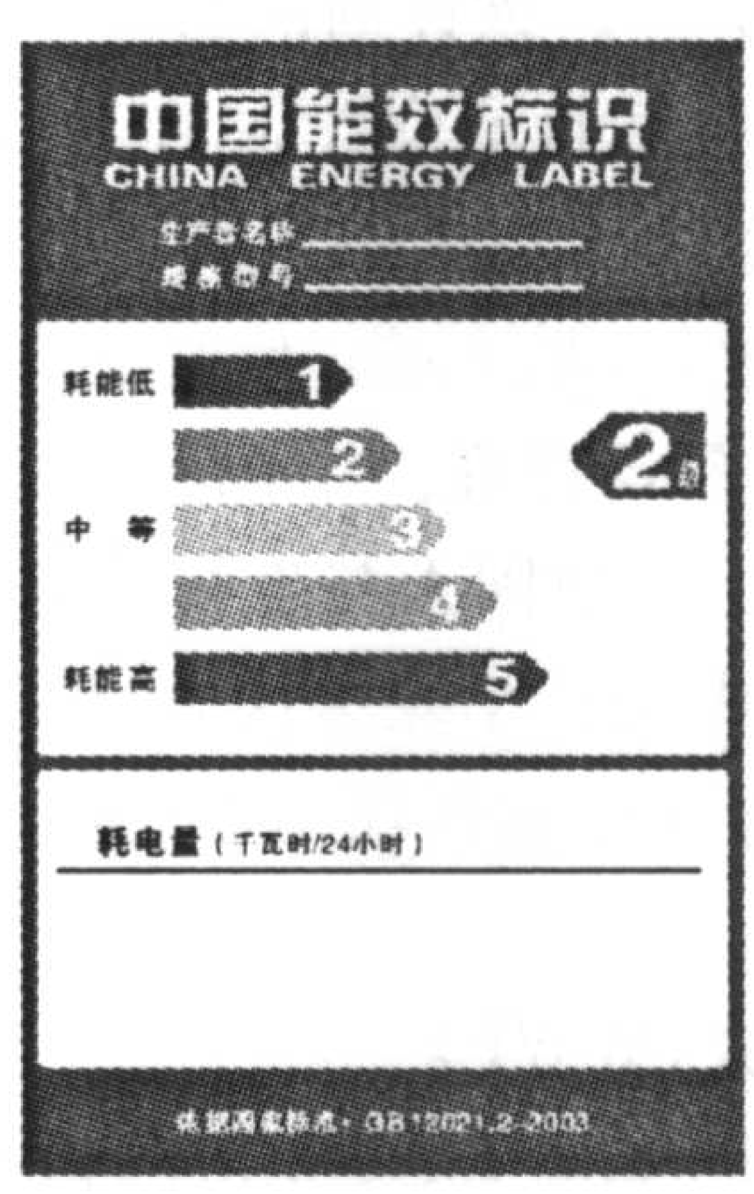
9. 中国环保产品认证标志



中国环保产品认证标志由地球、鸟及植物叶子进行有机组合而构成，准确、生动而清晰地阐述了地球与环境息息相关、相互依存的关系，强化了人们的环保意识，图案隐含着字母“E”，三个有序排列的鸟（叶子）寓意再生与重复利用，同时还有三个“√”，体现了“认证”的功能，象征认证机构的权威性。

10. 中国节能认证标志





中国节能认证标志中“长城”代表中国，变形的“节”字代表节约能源，外形“C”代表中国，外形“e”代表能源节约，天蓝色寓意蓝天、环保和美好未来。

11. 国家节水标志



国家节水标志由水滴、人手和地球变形而成。绿色的圆形代表地球，象征节约用水是保护地球生态的重要措施。标志留白部分像一只手托起一滴水，手是拼音字母 JS 的变形，寓意节水，表示节水需要公众参与，鼓励人们从我做起，人人动手节约每一滴水；手又像一条蜿蜒的河流，象征滴水汇成江河。

12. 国际爱护动物基金会(IFAW)

国际爱护动物基金会(IFAW)以宣扬公平，仁慈对待一切动物为宗旨。使命是改善动物的生存环境，保护濒临灭绝的种群，杜绝对动物的残暴虐待，倡导对所有生命的尊重和爱护。

1969年，白仁戴维斯为制止在加拿大东岸捕杀白毛幼海豹而创立了国际爱护动物基金会。多年来，该会一直锲而不舍，为保护动物免受人类摧残迫害而努力。至今，国际爱护动物基金已在五大洲设有办事处，全球支持者不下180万人。世界上只要还有残暴动物的行为，国际爱护动物基金会就会与其斗争。



13. 人与生物圈计划(MAB)



人与生物圈计划(MAB)是教科文组织于1971年发起的一项政府间跨学科大型综合性研究计划，并以此成立了教科文组织MAB政府间委员会。该计划的目的是为全球的环境与发展服务，从多学科(包括自然科学和社会科学)角度研究人与环境之间的关系，为资源和生态系统的保护及可持续发展提供科学依据，并通过培训、示范、信息传播等方式，提高人类对生物圈的认识和有效管理。中国于1973年开始参与MAB活动，1978年成立了“中国人与生物圈国家委员会”，秘书处设在中国科学院。中国科学家多次当选MAB计划政府间理事会成员，积极参与该计划各项活动，为MAB计划的全球发展作出了积极贡献。

14. 世界自然基金会(WWF)



WWF(World Wide Fund for Nature)世界自然基金会是世界最大的、经验最丰富的独立性非政府环境保护机构。最终目标是制止并最终扭转地球自然环境的加速恶化，并帮助创立一个人与自然和谐共处的美好未来。世界自然基金会因其黑白两色的大熊猫标识而广为人知，是一个以解决问题为目标的环保组织。世界自然基金会通过建立在科学基础上的方法、对话及合作以达其环保目标。世界自然基金会的全球性网络拥有3 000名兢兢业业、经验丰富的专业人员，他们使世界自然基金会在全球范围内设计、规划、管理、运作项目时可以保证卓越的技术支持。作为一个主要的环保项目筹集者、一个值得信赖的资金掌管者、一个高效的经营者，世界自然基金会通过与各国、各级政府、各国际性机构及其他非政府组织及项目执行地的当地民众通力合作来达到其环保目标。

三、环境标志计划的实施对我国环保工作的积极推动作用

1. 有利于实现环境与经济的协调发展

实施环境标志可以加速产业结构的调整，鼓励企业开发无污染产品、节约原材料和能源的

新工艺，同时还可以降低污染物的排放，减少环境风险，为企业主动保护环境创造条件。

2.有利于加强政府对企业环境管理的指导

企业通过环境标志产品认证，首先要达到国家环境法律、法规和其他要求，这有利于规范企业的环境行为，改进环境保护工作。中国环境标志实施以来，一直配合国家环保总局不同时期的环境管理目标，在防止水源地富营养化、综合治理“白色污染”、发展生态纺织品、保障居室空气质量等一系列环境保护重点工作中起到了重要的先驱作用，有效推进和引导了中国绿色（环境）产品的形成和发展，改善了企业的环境行为，对发展绿色经济、引导绿色消费、促进我国环境与经济的协调发展，起到了很好的推动作用。

3.有利于提高企业及其产品在市场上的竞争力

环境标志是一种“证明性商标”，环境标志产品是一种质量可靠、环境行为优良的产品，企业获得环境标志后，有利于消费者购买到真正的绿色产品，并得到消费者的认可。近年来，绿色生产和绿色消费已经成为国际上的一个潮流，在国际贸易中，一些发达国家通过立法制定严格的强制性技术标准，以限制不符合其生态环保标准的国外产品进口。绿色壁垒的影响凸现，中国环境标志承担历史赋予的责任，积极引进国际先进技术标准，引导企业以消除或减轻国际绿色壁垒对我国产品出口产生的不利影响。

4.有利于提高全民的环境保护意识

通过环境标志的宣传，使广大消费者关心使用绿色产品，从而使人们了解如何参与环境保护工作。人们为了保障自身健康，对周边的环境要求越来越高。许多民众认为，如果明确知道某种产品确实具有环境优势，他们愿意为此多付些钱来获得。目前，我国提出要大力发展循环经济，推动实施政府绿色采购制度。中国环境标志产品正是政府和普通消费者绿色采购的选择对象。

第四节　可持续发展理论简介

一、古代朴素的可持续思想

可持续的概念源远流长。资源的持续利用是持续发展的基础。

我国早在 2 200 多年前的春秋战国时期就有保护正在怀孕和产卵的鸟兽鱼鳖以利“永续利用”的思想和封山育林定期开禁的法令。春秋时在齐国为相的管仲，从发展经济、富国强兵的目标出发，十分注意保护山林川泽及其生物资源，反对过度采伐。他说：“为人君而不能谨守其山林菹泽草莱，不可以为天下王。”（《管子·地数》）。

战国时期的荀子也把自然资源的保护视作治国安邦之策，特别注重遵从生态学的季节规律（时令），重视自然资源的持续保存和永续利用。

1975 年在湖北云梦睡虎地 11 号秦墓中发掘出 1 100 多枚竹简，其中的《田律》清晰地体现了可持续发展的思想——“春二月，毋敢伐树木山林及雍堤水。不夏月，毋敢夜草为灰，取生荔，毋……毒鱼鳖，置阱罔，到七月而纵之。”这是中国和世界最早的环境法律之一，也体现了可

持续发展的理念。

二、发展的内涵

(一)发展的含义

传统的狭义的发展(development),指的只是经济领域的活动,其目标是产值和利润的增长、物质财富的增加。当然,为了实现经济增长,还必须进行一定的社会经济改革,然而,这种改革也只是实现经济增长的手段。在这种发展观的支配下,为了追求最大的经济效益,人们尚不认识因而也不承认环境本身也具有价值,却采取了以损害环境为代价来换取经济增长的发展模式,其结果是在全球范围内继续造成了严重的环境问题。

随着认识的提高,人们注意到发展并非是纯经济性的,发展应该是一个很广泛的概念,即既要"经济繁荣",也要"社会进步"。发展除了生产数量上的增加,还包括社会状况的改善和政治行政体制的进步;不仅有量的增长,还有质的提高。

"发展"一词,无论怎样理解,它首先或至少都应包含有人类社会物质财富的增长和人群生活条件的提高这些多方面的含义,由此,问题可归结为:认为社会物质财富的生产究竟应该增长到什么程度和如何去增长才能使人类社会的发展成为可持续性的?

(二)三种发展观的讨论

人类发展观的讨论和转变,其实质是生产方式在意识上的反映的深化和提高。迄今为止,人类的发展观可归纳为以下三种:

1. 传统发展观

传统发展观的核心是物质财富的增长。其致命缺陷在于它误认为物质财富增长所依赖的资源在数量上是不会枯竭的,即使由于短时期内资源的供给小于资源的需求,但在市场机制作用下,这种短缺也会得到补充。同时,环境和资源的价值也未体现在产品和服务的价格中。所以,在传统发展观指导下的经济活动往往是滥用环境资源,过度地消耗石油、煤炭、淡水、木材等自然资源,经济活动产生的废物任意地排入周围环境,造成环境的严重破坏。

2. 零增长发展观

《增长的极限》是罗马俱乐部的第一份报告,公开发表于 1972 年。它指出:我们生活的地球是有限的,地球上的土地资源、不可再生资源、污染承载能力都存在着极限,它们对经济增长会产生限制,使增长存在一个极限。如果继续无限制地追求增长就可能很快达到地球上的许多极限中的某一个极限。最终,人口和工业生产能力都将发生不可控制的衰退。因此,为了避免灾难的突然降临,现在就必须自觉地抑制增长,使人口和资本保持稳定。那些会导致严重后果的人类活动必须认真地加以控制,而那些不需要大量资源或不产生严重环境退化的人类活动,如教育、艺术、体育等,仍可以无限地增长。零增长是罗马俱乐部发展观的核心。

3. 可持续发展观

以 1992 年联合国环境和发展大会为标志,世界各国开始接受可持续发展观。可持续发展观强调的是经济、社会和环境的协调发展,其核心思想是经济发展应当建立在社会公正和环境、生态可持续的前提下,既满足当代人的需要,又不对后代人满足其需要的能力构成危害。

尽管国内外对可持续发展有许多不同的定义,但归纳起来,可持续发展理论的基本内涵包

含以下几个要素：(1)显示了环境与发展的辩证关系，即环境和发展两者密不可分，相辅相成；(2)从伦理角度提出了代际公平的概念；(3)可持续发展还包括代内公平，这是在全球范围内实现向可持续发展转变的必要前提；(4)在提高生活质量的同时要维护生态环境；(5)强调公众参与。

三、可持续发展的基本原则

可持续发展有着极其丰富的内涵。就其社会观而言，它主张公平分配，既要满足当代人又要满足后代人的基本需求；就其经济观而言，它主张建立在保护地球自然系统基础上的持续经济发展；就其自然观而言，它主张人类与自然的和谐相处。从中不难看出可持续发展的基本原则包括以下三个方面：(1)公平性原则，即同代人的公平、代与代之间的公平，公平分配有限资源；(2)持续性原则，即发展不能超越资源与环境承载能力；(3)共同性原则，各国虽差异甚大，但持续发展为全球发展总目标，全球人民必须联合行动。

[思考与练习]

1. 环境保护法的主要任务和作用是什么？
2. 简述环境保护法的基本原则。
3. 简述环境保护法的特点。
4. 目前已颁布的主要环境保护法律有哪些？
5. 新修订的《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》对污染者的法律责任如何规定？
6. 国家的"生态安全"问题最早在哪些法规里提出？
7. 从哪些方面可以体现"环境保护是我国的一项基本国策"？
8. 《中华人民共和国环境影响评价法》对公众参与、区域开发利用问题有何规定？
9. 你对发展和可持续发展作何理解？
10. 什么叫环境标志？
11. 我国实行环境标志的意义何在？
12. 熟悉常见的一些环保标志。
13. 结合你的理解，谈谈可持续发展的概念和内涵。
14. 简述可持续发展基本原则所包含的基本内容。
15. 试述实施可持续发展战略需要遵循的基本原则。
16. 上"环境标志国际标准咨询"网站查询如何申报中国Ⅲ型环境标志产品。

[推荐读物与网络资源]

钱易，唐孝炎. 2000. 环境保护与可持续发展(第一版). 北京：高等教育出版社
叶明照. 1992. 国际环境法概论. 厦门：厦门大学出版社
叶文虎. 2000. 环境管理学. 北京：高等教育出版社
北京大学中国持续发展研究中心. 1994. 可持续发展之路. 北京：北京大学出版社
李政道，周光召，牛文元. 1997. 绿色战略：21世纪中国环境与可持续发展. 青岛：青岛出版社

张坤民. 1997. 可持续发展论. 北京：中国环境科学出版社
林涵，李正山，张晔，张翔. 2000. 可持续发展. 北京：中国环境科学出版社
陈昌笃，王祖望. 1993. 持续发展与生态学. 北京：中国科学技术出版社

www.china－eia.com 环境影响评价网
www.es.org.cn 中国环境标准网
www.cin.gov.cn law 中华人民共和国环境保护法
www.eel.nl 欧洲环境法
www.ceniso.com 环境标志国际标准
www.cecwto.com 中国环境标志认证网
www.ecl.org.cn 环境标志国际标准咨询网

附录Ⅰ　我国有关环境保护的法律法规

〔根本大法(宪法)、刑法、1个"基本法"和8个"专项法"〕

中华人民共和国宪法(摘录)

(2004年3月14日第十届全国人民代表大会第二次会议通过的《中华人民共和国宪法修正案》修正)

第九条　矿藏、水流、森林、山岭、草原、荒地、滩涂等自然资源,都属于国家所有,即全民所有;由法律规定属于集体所有的森林和山岭、草原、荒地、滩涂除外。

国家保障自然资源的合理利用,保护珍贵的动物和植物。禁止任何组织或者个人用任何手段侵占或者破坏自然资源。

第十条　城市的土地属于国家所有。

农村和城市郊区的土地,除由法律规定属于国家所有的以外,属于集体所有;宅基地和自留地、自留山,也属于集体所有。

国家为了公共利益的需要,可以依照法律规定对土地实行征收或者征用并给予补偿。

任何组织或者个人不得侵占、买卖或者以其他形式非法转让土地。土地的使用权可以依照法律的规定转让。

一切使用土地的组织和个人必须合理地利用土地。

第二十二条　国家发展为人民服务、为社会主义服务的文学艺术事业、新闻广播电视事业、出版发行事业、图书馆博物馆文化馆和其他文化事业,开展群众性的文化活动。

国家保护名胜古迹、珍贵文物和其他重要历史文化遗产。

第二十六条　国家保护和改善生活环境和生态环境,防治污染和其他公害。

国家组织和鼓励植树造林,保护林木。

中华人民共和国刑法(摘录)

(2005年2月28日第十届全国人民代表大会常务委员会第十四次会议通过修正)

第二篇　分　则

第三章　破坏社会主义市场经济秩序罪

第二节　走私罪

第一百五十一条　……

走私国家禁止出口的文物、黄金、白银和其他贵重金属或者国家禁止进出口的珍贵动物及其制品的,处五年以上有期徒刑,并处罚金;情节较轻的,处五年以下有期徒刑,并处罚金。

走私国家禁止进出口的珍稀植物及其制品的,处五年以下有期徒刑,并处或者单处罚金;情节严重的,处五年以上有期徒刑,并处罚金　……

第一百五十二条　……

逃避海关监管将境外固体废物、液态废物和气态废物运输进境，情节严重的，处五年以下有期徒刑，并处或者单处罚金；情节特别严重的，处五年以上有期徒刑，并处罚金。

……

第六章　妨害社会管理秩序罪

第六节　破坏环境保护罪

第三百三十八条　违反国家规定，向土地、水体、大气排放、倾倒或者处置有放射性的废物、含传染病病原体的废物、有毒物质或者其他危险废物，造成重大环境污染事故，致使公私财产遭受重大损失或者人身伤亡的严重后果的，处三年以下有期徒刑或者拘役，并处或者单处罚金；后果特别严重的，处三年以上七年以下有期徒刑，并处罚金。

第三百三十九条　违反国家规定，将境外的固体废物进境倾倒、堆放、处置的，处五年以下有期徒刑或者拘役，并处罚金；造成重大环境污染事故，致使公私财产遭受重大损失或者严重危害人体健康的，处五年以上十年以下有期徒刑，并处罚金；后果特别严重的，处十年以上有期徒刑，并处罚金。

未经国务院有关主管部门许可，擅自进口固体废物用作原料，造成重大环境污染事故，致使公私财产遭受重大损失或者严重危害人体健康的，处五年以下有期徒刑或者拘役，并处罚金；后果特别严重的，处五年以上十年以下有期徒刑，并处罚金。

以原料利用为名，进口不能用作原料的固体废物、液态废物和气态废物的，依照本法第一百五十二条第二款、第三款的规定定罪处罚。

第三百四十条　违反保护水产资源法规，在禁渔区、禁渔期或者使用禁用的工具、方法捕捞水产品，情节严重的，处三年以下有期徒刑、拘役、管制或者罚金。

第三百四十一条　非法猎捕、杀害国家重点保护的珍贵、濒危野生动物的，或者非法收购、运输、出售国家重点保护的珍贵、濒危野生动物及其制品的，处五年以下有期徒刑或者拘役，并处罚金；情节严重的，处五年以上十年以下有期徒刑，并处罚金；情节特别严重的，处十年以上有期徒刑，并处罚金或者没收财产。

违反狩猎法规，在禁猎区、禁猎期或者使用禁用的工具、方法进行狩猎，破坏野生动物资源，情节严重的，处三年以下有期徒刑、拘役、管制或者罚金。

第三百四十二条　违反土地管理法规，非法占用耕地、林地等农用地，改变被占用土地用途，数量较大，造成耕地、林地等农用地大量毁坏的，处五年以下有期徒刑或者拘役，并处或者单处罚金。

第三百四十三条　违反矿产资源法的规定，未取得采矿许可证擅自采矿的，擅自进入国家规划矿区、对国民经济具有重要价值的矿区和他人矿区范围采矿的，擅自开采国家规定实行保护性开采的特定矿种，经责令停止开采后拒不停止开采，造成矿产资源破坏的，处三年以下有期徒刑、拘役或者管制，并处或者单处罚金；造成矿产资源严重破坏的，处三年以上七年以下有期徒刑，并处罚金。

违反矿产资源法的规定，采取破坏性的开采方法开采矿产资源，造成矿产资源严重破坏的，处五年以下有期徒刑或者拘役，并处罚金。

第三百四十四条　违反国家规定，非法采伐、毁坏珍贵树木或者国家重点保护的其他植物的，或者非法收购、运输、加工、出售珍贵树木或者国家重点保护的其他植物及其制品的，处三年以下有期徒刑、拘役或者管制，并处罚金；情节严重的，处三年以上七年以下有期徒刑，并处罚金。

第三百四十五条　盗伐森林或者其他林木，数量较大的，处三年以下有期徒刑、拘役或者管制，并处或者单处罚金；数量巨大的，处三年以上七年以下有期徒刑，并处罚金；数量特别巨大的，处七年以上有期徒刑，并处罚金。

违反森林法的规定，滥伐森林或者其他林木，数量较大的，处三年以下有期徒刑、拘役或者管制，并处或者单处罚金；数量巨大的，处三年以上七年以下有期徒刑，并处罚金。

非法收购、运输明知是盗伐、滥伐的林木，情节严重的，处三年以下有期徒刑、拘役或者管制，并处或者单处罚金；情节特别严重的，处三年以上七年以下有期徒刑，并处罚金。

盗伐、滥伐国家级自然保护区内的森林或者其他林木的，从重处罚。

第三百四十六条 单位犯本节第三百三十八条至第三百四十五条规定之罪的，对单位判处罚金，并对其直接负责的主管人员和其他直接责任人员，依照本节各条的规定处罚。

第九章 渎职罪

第四百零八条 负有环境保护监督管理职责的国家机关工作人员严重不负责任，导致发生重大环境污染事故，致使公私财产遭受重大损失或者造成人身伤亡的严重后果的，处三年以下有期徒刑或者拘役。

中华人民共和国环境保护法

（第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议于 1989 年 12 月 26 日通过，自发布之日起施行）

第一章 总 则

第一条 为保护和改善生活环境与生态环境，防治污染和其他公害，保障人体健康，促进社会主义现代化建设的发展，制定本法。

第二条 本法所称环境，是指影响人类社会生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素总体，包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生动物、自然古迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等。

第三条 本法适用于中华人民共和国领域和中华人民共和国管辖的其他海域。

第四条 国家制定的环境保护规划必须纳入国民经济和社会发展计划，国家采取有利于环境保护的经济、技术政策和措施。环境保护工作应同经济建设和社会发展相协调。

第五条 国家鼓励环境保护科学教育事业的发展，加强环境保护科学技术的研究和开发，提高保护科学技术水平，普及环境保护的科学知识。

第六条 一切单位和个人都有保护环境的义务，并有权对污染和破坏环境的单位和个人进行检举和控告。

县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门，对本辖区的环境保护工作实施统一管理。

第七条 国家海洋行政主管部门港务监督、渔政渔港监督、军队环境保护部门和各级公安、交通、铁道、民航管理部门，依照有关法律的规定对环境污染防治实施监督管理。

县级以上人民政府的土地、矿产、林业、水利行政主管部门，依照有关法律的规定对资源的保护实施监督管理。

第八条 对保护和改善环境有显著成绩的单位和个人，人民政府应给予奖励。

第二章 环境监督管理

第九条 国务院环境保护行政主管部门制定国家环境质量标准。

省、自治区、直辖市人民政府对国家环境质量标准中未作规定的项目，可以制定地方环境标准，并报国务院环境保护行政主管部门备案。

第十条 国务院环境保护行政主管部门根据国家环境质量标准和国家经济、技术条件，制定国家污染物排放标准。

省、自治区、直辖市人民政府对国家污染物排放标准中未作规定的项目，可以制定地方污染物排放标准；对国家污染物排放标准中已作规定的项目，可以制定严于国家污染物排放标准的地方污染物排放标准。地方污染物排放标准须报国务院环境保护行政主管部门备案。

凡是向已有地方污染物排放标准的区域排放污染物的，应当执行地方污染物排放标准。

第十一条　国务院环境保护行政主管部门建立监测制度，制定监测规范，会同有关部门组织监测网络，加强对环境监测的管理。

国务院和省、自治区、直辖市人民政府的环境保护行政主管部门，应当定期发布环境公报。

第十二条　县级以上人民政府的环境保护行政主管部门，应当会同有关部门对管辖范围内的环境状况进行调查和评价，拟定环境保护计划，经计划部门综合平衡后，报同级人民政府批准实施。

第十三条　建设污染环境项目，必须遵守国家有关建设项目环境保护管理的规定。

建设项目的环境影响报告书，必须对建设项目产生的污染和对环境的影响作出评价，规定防治措施，经项目主管部门预审并依照规定的程序报环境保护行政主管部门批准。环境影响报告书经批准后，计划部门方可批准建设项目设计书。

第十四条　县级以上人民政府环境保护行政主管部门或者其他依照法律规定行使环境监督管理权的部门，有权对管辖范围内的排污单位进行现场检查。被检查的单位应当如实反映情况，提供必要的资料。检查机关应为被检查机关保守技术秘密和业务秘密。

第十五条　跨行政区的环境污染和环境破坏的防治工作，由有关地方人民政府协商解决，或者由上级人民政府协调解决，作出决定。

第三章　保护和改善环境

第十六条　地方各级人民政府，应当对本辖区的环境质量负责，采取措施改善环境质量。

第十七条　各级人民政府对具有代表性的各种类型的自然生态系统区域，珍稀、濒危的野生动植物自然分布区域，重要的水源涵养区域，具有重大科学文化价值的地质构造、著名的溶洞和化石分布区、冰川、火山、温泉等自然遗迹，以及人文遗迹、古树名木，应当采取措施加以保护，严禁破坏。

第十八条　在国务院、国务院有关部门和省、自治区、直辖市人民政府规定的风景名胜区、自然保护区和其他需要特别保护的区域内，不得建设污染环境的工业生产设施；建设其他设施，其污染物排放不得超过规定的排放标准。已经建成的设施，其污染物排放超过规定排放标准的，限期治理。

第十九条　开发利用自然资源，必须采取措施保护生态环境。

第二十条　各级人民政府应当加强对农业环境的保护，防治土壤污染、土地沙化、盐渍化、贫瘠化、沼泽化、地面沉降和防治植被破坏、水土流失、水源枯竭、种源灭绝以及其他生态失调现象的发生和发展，推广植物病虫害的综合防治，合理利用化肥、农药及植物生长激素。

第二十一条　国务院和沿海地方人民政府应当加强对海洋环境的保护。向海洋排放污染物、倾倒废弃物，进行海岸工程建设和海洋石油勘探开发，必须依照法律的规定，防止对海洋环境的污染损害。

第二十二条　制定城市规划，应当确定保护和改善环境的目标和任务。

第二十三条　城乡建设应当结合当地自然环境的特点，保护植被、水域和自然景观，加强城市园林、绿地和风景名胜区的建设。

第四章　防治环境污染和其他公害

第二十四条　产生环境污染和其他公害的单位，必须把环境保护工作纳入计划，建立环境保护责任制度；采取有效措施，防治在生产建设或者其他活动中产生的废气、废水、废渣、粉尘、恶臭气体、放射性物质以及噪声振动、电磁波辐射等对环境的污染和危害。

第二十五条　新建工业企业和现有工业企业的技术改造，应当采用资源利用率高、污染物排放量少的设备和工艺，采用经济合理的废弃物综合利用技术和污染物处理技术。

第二十六条　建设项目中防治污染的措施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。防治污染的设施必须经原审批环境影响报告书的环境保护行政主管部门验收合格后，该建设项目方可投入生产或者使用。

防治污染的设施不得擅自拆除或者闲置，确有必要拆除或者闲置的，必须征得所在地的环境保护行政主

管部门的同意。

第二十七条 排放污染物的企业事业单位,必须依照国务院环境保护行政主管部门的规定申报登记。

第二十八条 排放污染物超过国家或者地方规定的污染物排放标准的企业事业单位,依照国家规定缴纳超标准排污费,并负责治理。水污染防治法另有规定的,依照水污染防治法的规定执行。

征收的超标准排污费必须用于污染的防治,不得挪作他用,具体使用办法由国务院规定。

第二十九条 对造成环境严重污染的企业事业单位,限期治理。

中央或省、自治区、直辖市人民政府直接管辖的企业事业单位的限期治理,由省、自治区、直辖市人民政府决定。市、县或者市、县以下人民政府管辖的企业事业单位的限期治理,由市、县人民政府决定。被限期治理的企业事业单位必须如期完成治理任务。

第三十条 禁止引进不符合我国环境保护规定要求的技术和设备。

第三十一条 因发生事故或者其他突然性事件,造成或者可能造成污染事故的单位,必须立即采取措施处理,及时通报可能受到污染危害的单位和居民,并向当地环境保护行政主管部门和有关部门报告,接受调查处理。

可能发生重大污染事故的企业事业单位,应当采取措施,加强防范。

第三十二条 县级以上人民政府环境保护行政主管部门,在环境受到严重污染威胁居民的生命财产安全时,必须立即向当地人民政府报告,由人民政府采取有效措施,解除或者减轻危害。

第三十三条 生产、储存、运输、销售、使用有毒化学物品和含有放射性物质的物品,必须遵守国家有关规定,防止污染环境。

第三十四条 任何单位不得将产生严重污染的生产设备转移给没有污染防治能力的单位使用。

第五章 法律责任

第三十五条 违反本法规定,有下列行为之一的,环境保护行政主管部门或者其他依照法律规定行使环境监督管理权的部门可以根据不同情节,给予警告或者处以罚款:

(一)拒绝环境保护行政主管部门或者其他依照法律规定行使环境监督管理权的部门现场检查或者在被检查时弄虚作假的。

(二)拒报或者谎报国务院环境保护行政主管部门规定的有关污染物排放申报事项的。

(三)不按国家规定缴纳超标准排污费的。

(四)引进不符合我国环境保护规定要求的技术和设备的。

(五)将产生严重污染的生产设备转移给没有污染防治能力的单位使用的。

第三十六条 建设项目的防止污染设施没有建成或者没有达到国家规定的要求,投入生产或者使用的,由批准该建设项目的环境影响报告书的环境保护行政主管部门责令停止生产或者使用,可以并处罚款。

第三十七条 未经环境保护行政主管部门同意,擅自拆除或者闲置防治污染的设施,污染物排放超过规定的排放标准的,由环境保护行政主管部门责令重新安装使用,并处罚款。

第三十八条 对违反本法规定,造成环境污染事故的企业事业单位,由环境保护行政主管部门或者其他依照法律规定行使环境监督管理权的部门根据所造成的危害后果处以罚款;情节严重的,对有关责任人员由其所在单位或者政府主管机关给予行政处分。

第三十九条 对经限期治理逾期未完成治理任务的企业事业单位,除依照国家规定加收超标准排污费外,可以根据所造成的危害后果处以罚款,或者责令停业、关闭。

前款规定的罚款由环境保护行政主管部门决定。责令停业、关闭,由作出限期治理决定的人民政府决定;责令中央直接管辖的企业事业单位停业、关闭,须报国务院批准。

第四十条 当事人对行政处罚不服的,可以在接到处罚通知之日起 15 日内,向作出处罚决定的机关的上一级机关申请复议;对复议决定不服的,可以在接到复议通知之日起 15 日内,向人民法院起诉。当事人也可以在接到处罚通知之日起 15 日内,直接向人民法院起诉。当事人逾期不申请复议、也不向人民法院起诉、又不履行处罚决定的,由作出处罚决定的机关申请人民法院强制执行。

第四十一条　造成环境污染危害的，有责任排除危害，并对直接受到损害的单位或者个人赔偿损失。

赔偿责任和赔偿金额的纠纷，可以根据当事人的请求，由环境保护行政主管部门或者其他依照法律规定行使环境监督管理权的部门处理，当事人对处理决定不服的，可以向人民法院起诉。当事人也可以直接向人民法院起诉。

完全由于不可抗拒的自然灾害，并经及时采取合理措施，仍然不能避免造成环境污染损害的，免于承担责任。

第四十二条　因环境污染损害赔偿提起诉讼的时效期间为3年，从当事人知道或者应当知道受到污染损害起时计算。

第四十三条　违反本法规定，造成重大环境污染事故，导致公私财产重大损失或者人身伤亡的严重后果的，对直接责任人员依法追究刑事责任。

第四十四条　违反本法规定，造成土地、森林、草原、水、矿产、渔业、野生动物等资源的破坏的，依照有关法律的规定承担法律责任。

第四十五条　环境保护监督管理人员滥用职权、玩忽职守、徇私舞弊的，由其所在单位或者上级主管机关给予行政处分；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第六章　附　则

第四十六条　中华人民共和国缔结或者参加的与环境保护有关的国际公约，同中华人民共和国的法律有不同规定的，适用国际公约的规定，但中华人民共和国声明保留的条款除外。

第四十七条　本法自发布之日起施行。《中华人民共和国环境保护法(试行)》同时废止。

中华人民共和国水污染防治法

(1984年5月11日第六届全国人民代表大会常务委员会第五次会议通过，根据1996年5月15日修正)

第一章　总　则

第一条　为防治水污染，保护和改善环境，以保障人体健康，保证水资源的有效利用，促进社会主义现代化建设的发展，特制定本法。

第二条　本法适用于中华人民共和国领域内的江河、湖泊、运河、渠道、水库等地表水体以及地下水体的污染防治。

海洋污染防治另由法律规定，不适用本法。

第三条　国务院有关部门和地方各级人民政府，必须将水环境保护工作纳入计划，采取防治水污染的对策和措施。

第四条　各级人民政府的环境保护部门是对水污染防治实施统一监督管理的机关。

各级交通部门和航政机关是对船舶污染实施监督管理的机关。

各级人民政府的水利管理部门、卫生行政部门、地质矿产部门、市政管理部门、重要江河的水源保护机构，结合各自的职责，协同环境保护部门对水污染防治实施监督管理。

第五条　一切单位和个人都有责任保护水环境，并有权对污染损害水环境的行为进行监督和检举。

因水污染危害直接受到损失的单位和个人，有权要求致害者排除危害和赔偿损失。

第二章　水环境质量标准和污染物排放标准的制定

第六条　国务院环境保护部门制定国家水环境质量标准。

省、自治区、直辖市人民政府可以对国家水环境质量标准中未规定的项目，制定地方补充标准，并报国务院环境保护部门备案。

第七条　国务院环境保护部门根据国家水环境质量标准和国家经济、技术条件，制定国家污染物排放标准。

省、自治区、直辖市人民政府对国家水污染物排放标准中未作规定的项目，可以制定地方水污染排放标准；对国家水污染物排放标准中已作规定的项目，可以制定严于国家水污染物排放标准的地方水污染物排放标准。地方水污染物排放标准须报国务院环境保护部门备案。

凡是向已有地方污染物排放标准的水体排放污染物的，应当执行地方污染物排放标准。

第八条　国务院环境保护部门和省、自治区、直辖市人民政府，应当根据水污染防治的要求和国家经济、技术条件，适当修订水环境质量标准和污染物排放标准。

第三章　水污染防治的监督管理

第九条　国务院有关部门和地方各级人民政府在开发、利用和调节、调度水资源的时候，应当统筹兼顾，维护江河的合理流量和湖泊、水库以及地下水体的合理水位，维护水体的自然净化能力。

第十条　防治水污染应当按流域或者按区域进行统一规划。国家确定的重要江河流域水污染防治规划，由国务院环境保护部门会同计划主管部门、水利管理部门等有关部门和有关省、自治区、直辖市人民政府编制，报国务院批准。

其他跨省、跨县江河的流域水污染防治规划，根据国家确定的重要江河的流域水污染防治规划和本地实际情况，由省级以上人民政府环境保护部门会同水利管理部门等有关部门和有关地方人民政府编制，报国务院或者省级人民政府批准。跨县不跨省的其他江河的流域水污染防治规划由该省级人民政府报国务院备案。

经批准的水污染防治规划是防治水污染的基本依据，规划的修订须经原批准机关的批准。

县级以上人民政府，应根据依法批准的江河流域水污染防治规划，组织制定本行政区域的国民经济和社会发展中长期和年度计划。

第十一条　国务院有关部门和地方各级人民政府应当合理规划工业布局，对造成水污染的企业进行整顿和技术改造，采取综合防治措施，提高水的重复利用工作率，合理利用资源，减少废水和污染物排放量。

第十二条　县级以上人民政府可以对风景名胜区水体、重要渔业水体和其他具有特殊经济文化价值的水体，划定保护区，并采取措施，保证保护区的水质符合规定用途的水质标准。

第十三条　新建、扩建、改建直接或者间接向水体排放污染物的建设项目和其他水上设施，必须遵守国家有关建设项目环境保护管理的规定。

建设项目的环境影响报告书，必须对建设项目可能产生的水污染和对生态环境的影响作出评价，规定防治的措施，按照规定的程序报经有关部门审查批准。在运河、渠道、水库等水利工程内设置排污口，应当经过有关水利工程管理部门同意。

建设项目中防治水污染的设施，必须与主体工程同时设计，同时施工，同时投产使用。防治水污染的设施必须经过环境保护部门检验，达不到规定要求的，该建设项目不准投入生产或者使用。

环境影响报告书中，应当有该建设项目所在地单位和居民的意见。

第十四条　直接或者间接向水体排放污染物的企业事业单位，应当按照国务院环境保护部门的规定，向所在地的环境保护部门申报登记拥有的污染物排放设施、处理设施和在正常作业条件下排放污染物的种类、数量和浓度，并提供防治水污染方面的有关技术资料。

前款规定的排污单位排放水污染的种类、数量和浓度有重大改变的，应当及时申报；其水污染物处理设施必须保持正常的使用，拆除或者闲置水污染处理设施的，必须事先报经所在地的县级以上地方人民政府环境保护部门批准。

第十五条　企业事业单位向水体排放污染物的，按照国家规定缴纳排污费；超过国家或者地方规定的污染物排放标准的，按照国家规定缴纳超标准排污费。

排污费和超标准排污费必须用于污染的防治，不得挪作他用。

超标准排污的企业事业单位必须制定规划，进行治理，并将治理规划报所在地的县级以上人民政府环境保护部门备案。

第十六条　省级以上人民政府对实现水污染达标排放仍不能达到国家规定的水环境质量标准的水体，可以实施重点污染物排放的总量控制制度，并对有污染量削减任务的企业实施该重点污染物排放量的核定制度。具体办法由国务院规定。

第十七条　国务院环境保护部门会同国务院水利管理部门和有关省级人民政府，可以根据国家确定的重要江河流域水体的使用功能以及有关地区的经济、技术条件，确定该重要江河流域的省界水体适用的水环境质量标准，报国务院批准后施行。

第十八条　国家确定的重要江河流域的水资源保护工作机构，负责监测其所在流域的省界水体的水环境质量状况，并将监测结果及时报国务院环境保护部门和国务院水利管理部门；经国务院批准成立的流域水资源保护领导机构的，应当将监测结果及时报告流域水资源保护领导机构。

第十九条　城市污水应当进行集中处理。

国务院有关部门和地方各级人民政府必须把保护城市水源和防治城市水污染纳入城市建设规划，建设和完善城市排水管网，有计划地建设城市污水集中处理设施，加强城市水环境的综合整治。

城市污水集中处理设施按照国家规定向排污者提供污水处理的有偿服务，收取污水处理费用，以保证污水集中处理设施的正常运行。向城市污水集中处理设施排放污水、缴纳污水处理费用的，不再缴纳排污费。收取的污水处理费用必须用于城市污水集中处理设施的建设和运行，不得挪作他用。

城市污水集中处理设施的污水处理收费、管理以及使用的具体办法，由国务院规定。

第二十条　省级以上人民政府可以依法划定生活饮用水地表水源保护区。生活饮用水地表水源保护区分为一级保护区和其他等级保护区。在生活饮用水地表水源取水口附近可以划定一定的水域和陆域为一级保护区。在生活饮用水地表水源一级保护区外，可以划定一定的水域和陆域为其他等级保护区。各级保护区应当有明确的地理界线。

禁止向生活饮用水地表水源一级保护区的水体排放污水。

禁止在生活饮用水地表水源一级保护区内从事旅游、游泳和其他可能污染生活饮用水水体的活动。

禁止在生活饮用水地表水源一级保护区内新建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目。

在生活饮用水地表水源一级保护区内已设置的排污口，由县级以上人民政府按照国务院规定的权限责令限期拆除或者限期治理。

对生活饮用水地下水源应当加强保护。

对生活饮用水水源保护的具体办法由国务院规定。

第二十一条　在生活饮用水源受到严重污染，威胁供水安全等紧急情况下，环境保护部门应当报经同级人民政府批准，采取强制性的应急措施，包括责令有关企业事业单位减少或者停止排放污染物。

第二十二条　企业应当采用原材料利用率高、污染物排放量少的清洁生产工艺，并加强管理，减少水污染物的产生。

国家对严重污染水环境的落后生产工艺和严重污染水环境的落后设备实行淘汰制度。

国务院经济综合主管部门会同国务院有关部门公布限期禁止采用的严重污染水环境的工艺名录和限期禁止生产、禁止销售、禁止进口、禁止使用的严重污染水环境的设备名录。

生产者、销售者、进口者或者使用者必须在国务院经济综合主管部门会同国务院有关部门规定的期限内分别停止生产、销售、进口或者使用列人前款规定名录中的设备。生产工艺的采用者必须在国务院经济综合主管部门会同国务院有关部门规定的期限内停止采用列人前款规定的名录中的工艺。

依照前两款规定的被淘汰的设备，不得转让给他人使用。

第二十三条　国家禁止新建无水污染防治措施的小型化学制纸浆、印染、染料、制革、电镀、炼油、农药以及其他严重污染水环境的企业。

第二十四条　对造成水体严重污染的排污单位，限期治理。

中央或者省、自治区、直辖市人民政府直接管辖的企业事业单位的限期治理，由省、自治区、直辖市人民政

府的环境保护部门提出意见，报同级人民政府决定。市、县或者市、县以下人民政府管辖的企业事业单位的限期治理，由市、县人民政府的环境保护部门提出意见，报同级人民政府决定。排污单位应当如期完成治理任务。

第二十五条　各级人民政府的环境保护部门和有关的监督管理部门，有权对管辖范围内的排污单位进行现场检查，被检查的单位必须如实反映情况，提供必要的资料。检查机关有责任为被检查的单位保守技术秘密和业务秘密。

第二十六条　跨行政区域的水污染纠纷，由有关地方人民政府协商解决，或者由其共同的上级人民政府协商解决。

第四章　防止地表水污染

第二十七条　在生活饮用水源地、风景名胜区水体、重要渔业水体和其他有特殊经济文化价值的水体的保护区内，不得新建排污口。在保护区附近新建排污口，必须保证保护区水体不受污染。

本法公布前已有的排污口，排放污染物超过国家或者地方标准的，应当治理；危害饮用水源的排污口，应当搬迁。

第二十八条　排污单位发生事故或者其他突发性事件，排放污染物超过正常排放量，造成或者可能造成水污染事故的，必须立即采取应急措施，通报可能受到水污染危害和损害的单位，并向当地环境保护部门报告。船舶造成污染事故的，应当向就近的航政机关报告，接受调查处理。

造成渔业污染事故的，应当接受渔政监督管理机构的调查处理。

第二十九条　禁止向水体排放油类、酸液、碱液或者剧毒废液。

第三十条　禁止在水体清洗装贮过油类或者有毒污染物的车辆和容器。

第三十一条　禁止将含有汞、镉、砷、铬、铅、氰化物、黄磷等可溶性剧毒废渣向水体排放、倾倒或者直接埋入地下。

存放可溶性剧毒废渣的场所，必须采取防水、防渗漏、防流失的措施。

第三十二条　禁止向水体排放、倾倒工业废渣、城市垃圾和其他废弃物。

第三十三条　禁止在江河、湖泊、运河、渠道、水库最高水位线以下的滩地和岸坡堆放、存贮固体废弃物和其他污染物。

第三十四条　禁止向水体排放或者倾倒放射性固体废弃物或者含有高放射性和中放射性物质的废水。

向水体排放含低放射性物质的废水，必须符合国家有关放射防护的规定和标准。

第三十五条　向水体排放含热废水，应当采取措施，保证水体的水温符合水环境质量标准，防止热污染危害。

第三十六条　排放含病原体的污水，必须经过消毒处理，符合国家有关标准后，方准排放。

第三十七条　向农田灌溉渠道排放工业废水和城市污水，应当保证其下游最近的灌溉取水点的水质符合农田灌溉水质标准。

利用工业废水和城市污水进行灌溉，应当防止污染土壤、地下水和农产品。

第三十八条　使用农药，应当符合国家有关农药安全使用的规定和标准。

运输、存贮农药和处置过期失效农药，必须加强管理，防止造成水污染。

第三十九条　县级以上地方人民政府的农业管理部门和其他有关部门，应当采取措施，指导农业生产者科学、合理地施用化肥和农药，控制化肥和农药的过量使用造成水污染。

第四十条　船舶排放含油污水、生活污水、必须符合船舶污染物排放标准。从事海洋航运的船舶，进入内河和港口的，应当遵守内河船舶污染物排放标准。

船舶的残油、废油必须回收，禁止排放入水体。

禁止向水体倾倒船舶垃圾。

船舶装载运输油类或者有毒货物，必须采取防止溢流和渗漏的措施，防止货物落水造成水污染。

第五章　防止地下水污染

第四十一条　禁止企业事业单位利用渗井、渗坑、裂隙和溶洞排放、倾倒含有毒污染物的废水、含病原体的污水和其他废弃物。

第四十二条　在无良好隔渗地层，禁止企业事业单位使用无防止渗漏措施的沟渠、坑塘等输送或者存贮含有毒污染物的废水、含病原体的污水和其他废弃物。

第四十三条　在开采多层地下水的时候，如果各含水层的水质差异大，应当分层开采；对已受污染的潜水和承压水，不得混合开采。

第四十四条　兴建地下工程设施或者地下勘探、采矿等活动，应当采取保护性措施，防止地下水污染。

第四十五条　人工回灌补给地下水，不得恶化地下水质。

第六章　法律责任

第四十六条　违反本法规定，有下列行为之一的，环境保护部门或者交通部门的航政机关可以根据不同情节，给予警告或者处以罚款：

（一）拒报或者谎报国务院环境保护部门规定的有关污染物排放申报登记事项的；

（二）拒绝环境保护部门或者有关的监督管理部门现场检查，或者弄虚作假的；

（三）违反本法第四章、第五章有关规定，贮存、堆放、弃置、倾倒、排放污染物、废弃物的；

（四）不按国家规定缴纳排污费或者超标准排污费的。

罚款的办法和数额由本法实施细则规定。

第四十七条　违反本法第十三条第三款规定，建设项目的水污染防治设施没有建成或者没有达到国家规定的要求，即投入生产或者使用的，由批准该建设项目的环境影响报告书的环境保护部门责令停止生产或者使用，可以并处罚款。

第四十八条　违反本法第十四条第二款规定，排污单位故意不正常使用水污染处理设施，或者未经环境保护部门批准，擅自拆除、闲置水污染处理设施，排放污染物超过规定标准的，由县级以上地方人民政府环境保护部门责令恢复正常使用或者限期重新安装使用，并处罚款。

第四十九条　违反本法第二十条第四款规定，在生活饮用水地表水源一级保护区内新建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目的，由县级以上人民政府按照国务院规定的权限责令停止或者关闭。

第五十条　违反本法第二十二条规定，生产、销售、进口或者使用禁止生产、销售、进口、使用的设备，或者采用禁止采用的工艺的，由县级以上人民政府经济综合主管部门责令改正；情节严重的，由县级以上人民政府经济综合主管部门提出意见，报请同级人民政府按照国务院规定的权限责令停止、关闭。

第五十一条　违反本法第二十三条规定，建设无水污染防治措施的小型企业，严重污染水环境的，由所在地的市、县人民政府或者上级人民政府责令关闭。

第五十二条　造成水体严重污染的企业事业单位，经限期治理，逾期未完成治理任务的，除按照国家规定征收两倍以上的超标准排污费外，可以根据所造成的危害和损失处以罚款，或者责令其停业或者关闭。

罚款由环境保护部门决定。责令企业事业单位停业或者关闭，由作出限期治理决定的地方人民政府决定；责令中央直接管辖的企业事业单位停业或者关闭的，须报经国务院批准。

第五十三条　违反本法规定，造成水污染事故的排污单位，由事故发生地的县级以上地方人民政府环境保护部门根据所造成的危害和损失处以罚款。

造成渔业污染事故或者船舶造成水污染事故的，分别由事故发生地的渔政监督管理机构或者交通部门的航政机关根据所造成的危害和损失处以罚款。

造成水污染事故，情节较严重的，对有关责任人员，由其所在单位或者上级主管机关给予行政处分。

第五十四条　当事人对行政处罚不服的，可以在收到通知之日起 15 天内，向人民法院起诉；期满不起诉又不履行的，由作出处罚决定的机关申请人民法院强制执行。

第五十五条　造成水污染危害的单位，有责任排除危害，并对直接受到损失的单位或者个人赔偿损失。

赔偿责任和赔偿金额的纠纷，可以根据当事人的请求，由环境保护部门或者交通部门的航政机关处理；当事人对处理决定不服的，可以向人民法院起诉。当事人也可以直接向人民法院起诉。

水污染损失由第三者故意或者过失所引起的，第三者应当承担责任。

水污染损失由受害者自身的责任所引起的，排污单位不承担责任。

第五十六条　完全由于不可抗拒的自然灾害，并经及时采取合理措施，仍然不能避免造成水污染的损失的，免于承担责任。

第五十七条　违反本法规定，造成重大水污染事故，导致公私财产重大损失或者人身伤亡的严重后果的，对有关责任人员可以比照刑法第一百一十五条或者第一百八十七条的规定，追究刑事责任。

第五十八条　环境保护监督管理人员和其他有关国家工作人员滥用职权、玩忽职守、徇私舞弊的，由其所在单位或者上级主管机关给予行政处分；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第七章　附　则

第五十九条　对个体工商户向水体排放污染物，污染严重的，由省、自治区、直辖市人民代表大会常务委员会参照本法规定的原则制定管理办法。

第六十条　本法中下列用语的含义是：

（一）“水污染”是指水体因某种物质的介入，而导致其化学、物理、生物或者放射性等方面特性的改变，从而影响水的有效利用，危害人体健康或者破坏生态环境，造成水质恶化的现象。

（二）“污染物”是指能导致水污染的物质。

（三）“有毒污染物”是指那些直接或者间接为生物摄入后，导致该生物或者其后代发病、行为反常、遗传异变、生理机能失常、机体变形或者死亡的污染物。

（四）“油类”是指任何类型的油及其炼制品。

（五）“渔业水体”是指划定的鱼虾类的产卵、索饵场、越冬场、回游通道和鱼虾贝藻类的养殖场。

第六十一条　国务院环境保护部门根据本法规定制定实施细则，报国务院批准后施行。

第六十二条　本法自 1984 年 11 月 1 日起施行。

中华人民共和国海洋环境保护法

（第九届全国人民代表大会常务委员会第十三次会议于 1999 年 12 月 25 日修订通过，自 2000 年 4 月 1 日起施行）

第一章　总　则

第一条　为了保护和改善海洋环境，保护海洋资源，防治污染损害，维护生态平衡，保障人体健康，促进经济和社会的可持续发展，制定本法。

第二条　本法适用于中华人民共和国内水、领海、毗连区、专属经济区、大陆架以及中华人民共和国管辖的其他海域。

在中华人民共和国管辖海域内从事航行、勘探、开发、生产、旅游、科学研究及其他活动，或者在沿海陆域内从事影响海洋环境活动的任何单位和个人，都必须遵守本法。

在中华人民共和国管辖海域以外，造成中华人民共和国管辖海域污染的，也适用本法。

第三条　国家建立并实施重点海域排污总量控制制度，确定主要污染物排海总量控制指标，并对主要污染源分配排放控制数量。具体办法由国务院制定。

第四条　一切单位和个人都有保护海洋环境的义务，并有权对污染损害海洋环境的单位和个人，以及海洋环境监督管理人员的违法失职行为进行监督和检举。

第五条　国务院环境保护行政主管部门作为对全国环境保护工作统一监督管理的部门，对全国海洋环境保护工作实施指导、协调和监督，并负责全国防治陆源污染物和海岸工程建设项目对海洋污染损害的环境保护工作。

国家海洋行政主管部门负责海洋环境的监督管理，组织海洋环境的调查、监测、监视、评价和科学研究，负责全国防治海洋工程建设项目和海洋倾倒废弃物对海洋污染损害的环境保护工作。

国家海事行政主管部门负责所辖港区水域内非军事船舶和港区水域外非渔业、非军事船舶污染海洋环境的监督管理，并负责污染事故的调查处理；对在中华人民共和国管辖海域航行、停泊和作业的外国籍船舶造成的污染事故登轮检查处理。船舶污染事故给渔业造成损害的，应当吸收渔业行政主管部门参与调查处理。

国家渔业行政主管部门负责渔港水域内非军事船舶和渔港水域外渔业船舶污染海洋环境的监督管理，负责保护渔业水域生态环境工作，并调查处理前款规定的污染事故以外的渔业污染事故。

军队环境保护部门负责军事船舶污染海洋环境的监督管理及污染事故的调查处理。

沿海县级以上地方人民政府行使海洋环境监督管理权的部门的职责，由省、自治区、直辖市人民政府根据本法及国务院有关规定确定。

第二章　海洋环境监督管理

第六条　国家海洋行政主管部门会同国务院有关部门和沿海省、自治区、直辖市人民政府拟定全国海洋功能区划，报国务院批准。

沿海地方各级人民政府应当根据全国和地方海洋功能区划，科学合理地使用海域。

第七条　国家根据海洋功能区划制定全国海洋环境保护规划和重点海域区域性海洋环境保护规划。

毗邻重点海域的有关沿海省、自治区、直辖市人民政府及行使海洋环境监督管理权的部门，可以建立海洋环境保护区域合作组织，负责实施重点海域区域性海洋环境保护规划、海洋环境污染的防治和海洋生态保护工作。

第八条　跨区域的海洋环境保护工作，由有关沿海地方人民政府协商解决，或者由上级人民政府协调解决。

跨部门的重大海洋环境保护工作，由国务院环境保护行政主管部门协调；协调未能解决的，由国务院作出决定。

第九条　国家根据海洋环境质量状况和国家经济、技术条件，制定国家海洋环境质量标准。

沿海省、自治区、直辖市人民政府对国家海洋环境质量标准中未作规定的项目，可以制定地方海洋环境质量标准。

沿海地方各级人民政府根据国家和地方海洋环境质量标准的规定和本行政区近岸海域环境质量状况，确定海洋环境保护的目标和任务，并纳入人民政府工作计划，按相应的海洋环境质量标准实施管理。

第十条　国家和地方水污染物排放标准的制定，应当将国家和地方海洋环境质量标准作为重要依据之一。在国家建立并实施排污总量控制制度的重点海域，水污染物排放标准的制定，还应当将主要污染物排海总量控制指标作为重要依据。

第十一条　直接向海洋排放污染物的单位和个人，必须按照国家规定缴纳排污费。

向海洋倾倒废弃物，必须按照国家规定缴纳倾倒费。

根据本法规定征收的排污费、倾倒费，必须用于海洋环境污染的整治，不得挪作他用。具体办法由国务院规定。

第十二条　对超过污染物排放标准的，或者在规定的期限内未完成污染物排放削减任务的，或者造成海洋环境严重污染损害的，应当限期治理。

限期治理按照国务院规定的权限决定。

第十三条　国家加强防治海洋环境污染损害的科学技术的研究和开发，对严重污染海洋环境的落后生产工艺和落后设备，实行淘汰制度。

企业应当优先使用清洁能源，采用资源利用率高、污染物排放量少的清洁生产工艺，防止对海洋环境的污

染。

第十四条 国家海洋行政主管部门按照国家环境监测、监视规范和标准，管理全国海洋环境的调查、监测、监视，制定具体的实施办法，会同有关部门组织全国海洋环境监测、监视网络，定期评价海洋环境质量，发布海洋巡航监视通报。

依照本法规定行使海洋环境监督管理权的部门分别负责各自所辖水域的监测、监视。

其他有关部门根据全国海洋环境监测网的分工，分别负责对入海河口、主要排污口的监测。

第十五条 国务院有关部门应当向国务院环境保护行政主管部门提供编制全国环境质量公报所必需的海洋环境监测资料。

环境保护行政主管部门应当向有关部门提供与海洋环境监督管理有关的资料。

第十六条 国家海洋行政主管部门按照国家制定的环境监测、监视信息管理制度，负责管理海洋综合信息系统，为海洋环境保护监督管理提供服务。

第十七条 因发生事故或者其他突发性事件，造成或者可能造成海洋环境污染事故的单位和个人，必须立即采取有效措施，及时向可能受到危害者通报，并向依照本法规定行使海洋环境监督管理权的部门报告，接受调查处理。

沿海县级以上地方人民政府在本行政区域近岸海域的环境受到严重污染时，必须采取有效措施，解除或者减轻危害。

第十八条 国家根据防止海洋环境污染的需要，制定国家重大海上污染事故应急计划。

国家海洋行政主管部门负责制定全国海洋石油勘探开发重大海上溢油应急计划，报国务院环境保护行政主管部门备案。

国家海事行政主管部门负责制定全国船舶重大海上溢油污染事故应急计划，报国务院环境保护行政主管部门备案。

沿海可能发生重大海洋环境污染事故的单位，应当依照国家的规定，制定污染事故应急计划，并向当地环境保护行政主管部门、海洋行政主管部门备案。

沿海县级以上地方人民政府及其有关部门在发生重大海上污染事故时，必须按照应急计划解除或者减轻危害。

第十九条 依照本法规定行使海洋环境监督管理权的部门可以在海上实行联合执法，在巡航监视中发现海上污染事故或者违反本法规定的行为时，应当予以制止并调查取证，必要时有权采取有效措施，防止污染事态的扩大，并报告有关主管部门处理。

依照本法规定行使海洋环境监督管理权的部门，有权对管辖范围内排放污染物的单位和个人进行现场检查。被检查者应当如实反映情况，提供必要的资料。

检查机关应当为被检查者保守技术秘密和业务秘密。

第三章 海洋生态保护

第二十条 国务院和沿海地方各级人民政府应当采取有效措施，保护红树林、珊瑚礁、滨海湿地、海岛、海湾、入海河口、重要渔业水域等具有典型性、代表性的海洋生态系统，珍稀、濒危海洋生物的天然集中分布区，具有重要经济价值的海洋生物生存区域及有重大科学文化价值的海洋自然历史遗迹和自然景观。

对具有重要经济、社会价值的已遭到破坏的海洋生态，应当进行整治和恢复。

第二十一条 国务院有关部门和沿海省级人民政府应当根据保护海洋生态的需要，选划、建立海洋自然保护区。

国家级海洋自然保护区的建立，须经国务院批准。

第二十二条 凡具有下列条件之一的，应当建立海洋自然保护区：

（一）典型的海洋自然地理区域、有代表性的自然生态区域，以及遭受破坏但经保护能恢复的海洋自然生态区域；

（二）海洋生物物种高度丰富的区域，或者珍稀、濒危海洋生物物种的天然集中分布区域；

(三)具有特殊保护价值的海域、海岸、岛屿、滨海湿地、入海河口和海湾等；

(四)具有重大科学文化价值的海洋自然遗迹所在区域；

(五)其他需要予以特殊保护的区域。

第二十三条　凡具有特殊地理条件、生态系统、生物与非生物资源及海洋开发利用特殊需要的区域，可以建立海洋特别保护区，采取有效的保护措施和科学的开发方式进行特殊管理。

第二十四条　开发利用海洋资源，应当根据海洋功能区划合理布局，不得造成海洋生态环境破坏。

第二十五条　引进海洋动植物物种，应当进行科学论证，避免对海洋生态系统造成危害。

第二十六条　开发海岛及周围海域的资源，应当采取严格的生态保护措施，不得造成海岛地形、岸滩、植被以及海岛周围海域生态环境的破坏。

第二十七条　沿海地方各级人民政府应当结合当地自然环境的特点，建设海岸防护设施、沿海防护林、沿海城镇园林和绿地，对海岸侵蚀和海水入侵地区进行综合治理。

禁止毁坏海岸防护设施、沿海防护林、沿海城镇园林和绿地。

第二十八条　国家鼓励发展生态渔业建设，推广多种生态渔业生产方式，改善海洋生态状况。

新建、改建、扩建海水养殖场，应当进行环境影响评价。

海水养殖应当科学确定养殖密度，并应当合理投饵、施肥，正确使用药物，防止造成海洋环境的污染。

第四章　防治陆源污染物对海洋环境的污染损害

第二十九条　向海域排放陆源污染物，必须严格执行国家或者地方规定的标准和有关规定。

第三十条　入海排污口位置的选择，应当根据海洋功能区划、海水动力条件和有关规定，经科学论证后，报设区的市级以上人民政府环境保护行政主管部门审查批准。

环境保护行政主管部门在批准设置入海排污口之前，必须征求海洋、海事、渔业行政主管部门和军队环境保护部门的意见。

在海洋自然保护区、重要渔业水域、海滨风景名胜区和其他需要特别保护的区域，不得新建排污口。

在有条件的地区，应当将排污口深海设置，实行离岸排放。设置陆源污染物深海离岸排放排污口，应当根据海洋功能区划、海水动力条件和海底工程设施的有关情况确定，具体办法由国务院规定。

第三十一条　省、自治区、直辖市人民政府环境保护行政主管部门和水行政主管部门应当按照水污染防治有关法律的规定，加强入海河流管理，防治污染，使入海河口的水质处于良好状态。

第三十二条　排放陆源污染物的单位，必须向环境保护行政主管部门申报拥有的陆源污染物排放设施、处理设施和在正常作业条件下排放陆源污染物的种类、数量和浓度，并提供防治海洋环境污染方面的有关技术和资料。

排放陆源污染物的种类、数量和浓度有重大改变的，必须及时申报。

拆除或者闲置陆源污染物处理设施的，必须事先征得环境保护行政主管部门的同意。

第三十三条　禁止向海域排放油类、酸液、碱液、剧毒废液和高、中水平放射性废水。

严格限制向海域排放低水平放射性废水；确需排放的，必须严格执行国家辐射防护规定。

严格控制向海域排放含有不易降解的有机物和重金属的废水。

第三十四条　含病原体的医疗污水、生活污水和工业废水必须经过处理，符合国家有关排放标准后，方能排入海域。

第三十五条　含有机物和营养物质的工业废水、生活污水，应当严格控制向海湾、半封闭海及其他自净能力较差的海域排放。

第三十六条　向海域排放含热废水，必须采取有效措施，保证邻近渔业水域的水温符合国家海洋环境质量标准，避免热污染对水产资源的危害。

第三十七条　沿海农田、林场施用化学农药，必须执行国家农药安全使用的规定和标准。

沿海农田、林场应当合理使用化肥和植物生长调节剂。

第三十八条　在岸滩弃置、堆放和处理尾矿、矿渣、煤灰渣、垃圾和其他固体废物的，依照《中华人民共和

国固体废物污染环境防治法》的有关规定执行。

第三十九条 禁止经中华人民共和国内水、领海转移危险废物。

经中华人民共和国管辖的其他海域转移危险废物的，必须事先取得国务院环境保护行政主管部门的书面同意。

第四十条 沿海城市人民政府应当建设和完善城市排水管网，有计划地建设城市污水处理厂或者其他污水集中处理设施，加强城市污水的综合整治。

建设污水海洋处置工程，必须符合国家有关规定。

第四十一条 国家采取必要措施，防止、减少和控制来自大气层或者通过大气层造成的海洋环境污染损害。

第五章 防治海岸工程建设项目对海洋环境的污染损害

第四十二条 新建、改建、扩建海岸工程建设项目，必须遵守国家有关建设项目环境保护管理的规定，并把防治污染所需资金纳入建设项目投资计划。

在依法划定的海洋自然保护区、海滨风景名胜区、重要渔业水域及其他需要特别保护的区域，不得从事污染环境、破坏景观的海岸工程项目建设或者其他活动。

第四十三条 海岸工程建设项目的单位，必须在建设项目可行性研究阶段，对海洋环境进行科学调查，根据自然条件和社会条件，合理选址，编报环境影响报告书。环境影响报告书经海洋行政主管部门提出审核意见后，报环境保护行政主管部门审查批准。

环境保护行政主管部门在批准环境影响报告书之前，必须征求海事、渔业行政主管部门和军队环境保护部门的意见。

第四十四条 海岸工程建设项目的环境保护设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。环境保护设施未经环境保护行政主管部门检查批准，建设项目不得试运行；环境保护设施未经环境保护行政主管部门验收，或者经验收不合格的，建设项目不得投入生产或者使用。

第四十五条 禁止在沿海陆域内新建不具备有效治理措施的化学制浆造纸、化工、印染、制革、电镀、酿造、炼油、岸边冲滩拆船以及其他严重污染海洋环境的工业生产项目。

第四十六条 兴建海岸工程建设项目，必须采取有效措施，保护国家和地方重点保护的野生动植物及其生存环境和海洋水产资源。

严格限制在海岸采挖砂石。露天开采海滨砂矿和从岸上打井开采海底矿产资源，必须采取有效措施，防止污染海洋环境。

第六章 防治海洋工程建设项目对海洋环境的污染损害

第四十七条 海洋工程建设项目必须符合海洋功能区划、海洋环境保护规划和国家有关环境保护标准，在可行性研究阶段，编报海洋环境影响报告书，由海洋行政主管部门核准，并报环境保护行政主管部门备案，接受环境保护行政主管部门监督。

海洋行政主管部门在核准海洋环境影响报告书之前，必须征求海事、渔业行政主管部门和军队环境保护部门的意见。

第四十八条 海洋工程建设项目的环境保护设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。环境保护设施未经海洋行政主管部门检查批准，建设项目不得试运行；环境保护设施未经海洋行政主管部门验收，或者经验收不合格的，建设项目不得投入生产或者使用。

拆除或者闲置环境保护设施，必须事先征得海洋行政主管部门的同意。

第四十九条 海洋工程建设项目，不得使用含超标准放射性物质或者易溶出有毒有害物质的材料。

第五十条 海洋工程建设项目需要爆破作业时，必须采取有效措施，保护海洋资源。

海洋石油勘探开发及输油过程中，必须采取有效措施，避免溢油事故的发生。

第五十一条 海洋石油钻井船、钻井平台和采油平台的含油污水和油性混合物，必须经过处理达标后排

放;残油、废油必须予以回收,不得排放入海。经回收处理后排放的,其含油量不得超过国家规定的标准。

钻井所使用的油基泥浆和其他有毒复合泥浆不得排放入海。水基泥浆和无毒复合泥浆及钻屑的排放,必须符合国家有关规定。

第五十二条　海洋石油钻井船、钻井平台和采油平台及其有关海上设施,不得向海域处置含油的工业垃圾。处置其他工业垃圾,不得造成海洋环境污染。

第五十三条　海上试油时,应当确保油气充分燃烧,油和油性混合物不得排放入海。

第五十四条　勘探开发海洋石油,必须按有关规定编制溢油应急计划,报国家海洋行政主管部门审查批准。

第七章　防治倾倒废弃物对海洋环境的污染损害

第五十五条　任何单位未经国家海洋行政主管部门批准,不得向中华人民共和国管辖海域倾倒任何废弃物。

需要倾倒废弃物的单位,必须向国家海洋行政主管部门提出书面申请,经国家海洋行政主管部门审查批准,发给许可证后,方可倾倒。

禁止中华人民共和国境外的废弃物在中华人民共和国管辖海域倾倒。

第五十六条　国家海洋行政主管部门根据废弃物的毒性、有毒物质含量和对海洋环境影响程度,制定海洋倾倒废弃物评价程序和标准。

向海洋倾倒废弃物,应当按照废弃物的类别和数量实行分级管理。

可以向海洋倾倒的废弃物名录,由国家海洋行政主管部门拟定,经国务院环境保护行政主管部门提出审核意见后,报国务院批准。

第五十七条　国家海洋行政主管部门按照科学、合理、经济、安全的原则选划海洋倾倒区,经国务院环境保护行政主管部门提出审核意见后,报国务院批准。

临时性海洋倾倒区由国家海洋行政主管部门批准,并报国务院环境保护行政主管部门备案。

国家海洋行政主管部门在选划海洋倾倒区和批准临时性海洋倾倒区之前,必须征求国家海事、渔业行政主管部门的意见。

第五十八条　国家海洋行政主管部门监督管理倾倒区的使用,组织倾倒区的环境监测。对经确认不宜继续使用的倾倒区,国家海洋行政主管部门应当予以封闭,终止在该倾倒区的一切倾倒活动,并报国务院备案。

第五十九条　获准倾倒废弃物的单位,必须按照许可证注明的期限及条件,到指定的区域进行倾倒。废弃物装载之后,批准部门应当予以核实。

第六十条　获准倾倒废弃物的单位,应当详细记录倾倒的情况,并在倾倒后向批准部门作出书面报告。倾倒废弃物的船舶必须向驶出港的海事行政主管部门作出书面报告。

第六十一条　禁止在海上焚烧废弃物。

禁止在海上处置放射性废弃物或者其他放射性物质。废弃物中的放射性物质的豁免浓度由国务院制定。

第八章　防治船舶及有关作业活动对海洋环境的污染损害

第六十二条　在中华人民共和国管辖海域,任何船舶及相关作业不得违反本法规定向海洋排放污染物、废弃物和压载水、船舶垃圾及其他有害物质。

从事船舶污染物、废弃物、船舶垃圾接收、船舶清舱、洗舱作业活动的,必须具备相应的接收处理能力。

第六十三条　船舶必须按照有关规定持有防止海洋环境污染的证书与文书,在进行涉及污染物排放及操作时,应当如实记录。

第六十四条　船舶必须配置相应的防污设备和器材。

载运具有污染危害性货物的船舶,其结构与设备应当能够防止或者减轻所载货物对海洋环境的污染。

第六十五条　船舶应当遵守海上交通安全法律、法规的规定,防止因碰撞、触礁、搁浅、火灾或者爆炸等引起的海难事故,造成海洋环境的污染。

第六十六条 国家完善并实施船舶油污损害民事赔偿责任制度；按照船舶油污损害赔偿责任由船东和货主共同承担风险的原则，建立船舶油污保险、油污损害赔偿基金制度。

实施船舶油污保险、油污损害赔偿基金制度的具体办法由国务院规定。

第六十七条 载运具有污染危害性货物进出港口的船舶，其承运人、货物所有人或者代理人，必须事先向海事行政主管部门申报。经批准后，方可进出港口、过境停留或者装卸作业。

第六十八条 交付船舶装运污染危害性货物的单证、包装、标志、数量限制等，必须符合对所装货物的有关规定。

需要船舶装运污染危害性不明的货物，应当按照有关规定事先进行评估。

装卸油类及有毒有害货物的作业，船岸双方必须遵守安全防污操作规程。

第六十九条 港口、码头、装卸站和船舶修造厂必须按照有关规定备有足够的用于处理船舶污染物、废弃物的接收设施，并使该设施处于良好状态。

装卸油类的港口、码头、装卸站和船舶必须编制溢油污染应急计划，并配备相应的溢油污染应急设备和器材。

第七十条 进行下列活动，应当事先按照有关规定报经有关部门批准或者核准：

(一)船舶在港区水域内使用焚烧炉；

(二)船舶在港区水域内进行洗舱、清舱、驱气、排放压载水、残油、含油污水接收、舷外拷铲及油漆等作业；

(三)船舶、码头、设施使用化学消油剂；

(四)船舶冲洗沾有污染物、有毒有害物质的甲板；

(五)船舶进行散装液体污染危害性货物的过驳作业；

(六)从事船舶水上拆解、打捞、修造和其他水上、水下船舶施工作业。

第七十一条 船舶发生海难事故，造成或者可能造成海洋环境重大污染损害的，国家海事行政主管部门有权强制采取避免或者减少污染损害的措施。

对在公海上因发生海难事故，造成中华人民共和国管辖海域重大污染损害后果或者具有污染威胁的船舶、海上设施，国家海事行政主管部门有权采取与实际的或者可能发生的损害相称的必要措施。

第七十二条 所有船舶均有监视海上污染的义务，在发现海上污染事故或者违反本法规定的行为时，必须立即向就近的依照本法规定行使海洋环境监督管理权的部门报告。

民用航空器发现海上排污或者污染事件，必须及时向就近的民用航空空中交通管制单位报告。接到报告的单位，应当立即向依照本法规定行使海洋环境监督管理权的部门通报。

第九章 法律责任

第七十三条 违反本法有关规定，有下列行为之一的，由依照本法规定行使海洋环境监督管理权的部门责令限期改正，并处以罚款：

(一)向海域排放本法禁止排放的污染物或者其他物质的；

(二)不按照本法规定向海洋排放污染物，或者超过标准排放污染物的；

(三)未取得海洋倾倒许可证，向海洋倾倒废弃物的；

(四)因发生事故或者其他突发性事件，造成海洋环境污染事故，不立即采取处理措施的。

有前款第(一)、(三)项行为之一的，处三万元以上二十万元以下的罚款；有前款第(二)、(四)项行为之一的，处二万元以上十万元以下的罚款。

第七十四条 违反本法有关规定，有下列行为之一的，由依照本法规定行使海洋环境监督管理权的部门予以警告，或者处以罚款：

(一)不按照规定申报，甚至拒报污染物排放有关事项，或者在申报时弄虚作假的；

(二)发生事故或者其他突发性事件不按照规定报告的；

(三)不按照规定记录倾倒情况，或者不按照规定提交倾倒报告的；

(四)拒报或者谎报船舶载运污染危害性货物申报事项的。

有前款第(一)、(三)项行为之一的,处二万元以下的罚款;有前款第(二)、(四)项行为之一的,处五万元以下的罚款。

第七十五条　违反本法第十九条第二款的规定,拒绝现场检查,或者在被检查时弄虚作假的,由依照本法规定行使海洋环境监督管理权的部门予以警告,并处二万元以下的罚款。

第七十六条　违反本法规定,造成珊瑚礁、红树林等海洋生态系统及海洋水产资源、海洋保护区破坏的,由依照本法规定行使海洋环境监督管理权的部门责令限期改正和采取补救措施,并处一万元以上十万元以下的罚款;有违法所得的,没收其违法所得。

第七十七条　违反本法第三十条第一款、第三款规定设置入海排污口的,由县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门责令其关闭,并处二万元以上十万元以下的罚款。

第七十八条　违反本法第三十二条第三款的规定,擅自拆除、闲置环境保护设施的,由县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门责令重新安装使用,并处一万元以上十万元以下的罚款。

第七十九条　违反本法第三十九条第二款的规定,经中华人民共和国管辖海域,转移危险废物的,由国家海事行政主管部门责令非法运输该危险废物的船舶退出中华人民共和国管辖海域,并处五万元以上五十万元以下的罚款。

第八十条　违反本法第四十三条第一款的规定,未持有经审核和批准的环境影响报告书,兴建海岸工程建设项目的,由县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门责令其停止违法行为和采取补救措施,并处五万元以上二十万元以下的罚款;或者按照管理权限,由县级以上地方人民政府责令其限期拆除。

第八十一条　违反本法第四十四条的规定,海岸工程建设项目未建成环境保护设施,或者环境保护设施未达到规定要求即投入生产、使用的,由环境保护行政主管部门责令其停止生产或者使用,并处二万元以上十万元以下的罚款。

第八十二条　违反本法第四十五条的规定,新建严重污染海洋环境的工业生产建设项目的,按照管理权限,由县级以上人民政府责令关闭。

第八十三条　违反本法第四十七条第一款、第四十八条的规定,进行海洋工程建设项目,或者海洋工程建设项目未建成环境保护设施、环境保护设施未达到规定要求即投入生产、使用的,由海洋行政主管部门责令其停止施工或者生产、使用,并处五万元以上二十万元以下的罚款。

第八十四条　违反本法第四十九条的规定,使用含超标准放射性物质或者易溶出有毒有害物质材料的,由海洋行政主管部门处五万元以下的罚款,并责令其停止该建设项目的运行,直到消除污染危害。

第八十五条　违反本法规定进行海洋石油勘探开发活动,造成海洋环境污染的,由国家海洋行政主管部门予以警告,并处二万元以上二十万元以下的罚款。

第八十六条　违反本法规定,不按照许可证的规定倾倒,或者向已经封闭的倾倒区倾倒废弃物的,由海洋行政主管部门予以警告,并处三万元以上二十万元以下的罚款;对情节严重的,可以暂扣或者吊销许可证。

第八十七条　违反本法第五十五条第三款的规定,将中华人民共和国境外废弃物运进中华人民共和国管辖海域倾倒的,由国家海洋行政主管部门予以警告,并根据造成或者可能造成的危害后果,处十万元以上一百万元以下的罚款。

第八十八条　违反本法规定,有下列行为之一的,由依照本法规定行使海洋环境监督管理权的部门予以警告,或者处以罚款:

(一)港口、码头、装卸站及船舶未配备防污设施、器材的;

(二)船舶未持有防污证书、防污文书,或者不按照规定记载排污记录的;

(三)从事水上和港区水域拆船、旧船改装、打捞和其他水上、水下施工作业,造成海洋环境污染损害的;

(四)船舶载运的货物不具备防污适运条件的。

有前款第(一)、(四)项行为之一的,处二万元以上十万元以下的罚款;有前款第(二)项行为的,处二万元以下的罚款;有前款第(三)项行为的,处五万元以上二十万元以下的罚款。

第八十九条　违反本法规定,船舶、石油平台和装卸油类的港口、码头、装卸站不编制溢油应急计划的,由依照本法规定行使海洋环境监督管理权的部门予以警告,或者责令限期改正。

第九十条　造成海洋环境污染损害的责任者，应当排除危害，并赔偿损失；完全由于第三者的故意或者过失，造成海洋环境污染损害的，由第三者排除危害，并承担赔偿责任。

对破坏海洋生态、海洋水产资源、海洋保护区，给国家造成重大损失的，由依照本法规定行使海洋环境监督管理权的部门代表国家对责任者提出损害赔偿要求。

第九十一条　对违反本法规定，造成海洋环境污染事故的单位，由依照本法规定行使海洋环境监督管理权的部门根据所造成的危害和损失处以罚款；负有直接责任的主管人员和其他直接责任人员属于国家工作人员的，依法给予行政处分。

前款规定的罚款数额按照直接损失的百分之三十计算，但最高不得超过三十万元。

对造成重大海洋环境污染事故，致使公私财产遭受重大损失或者人身伤亡严重后果的，依法追究刑事责任。

第九十二条　完全属于下列情形之一，经过及时采取合理措施，仍然不能避免对海洋环境造成污染损害的，造成污染损害的有关责任者免于承担责任：

（一）战争；

（二）不可抗拒的自然灾害；

（三）负责灯塔或者其他助航设备的主管部门，在执行职责时的疏忽，或者其他过失行为。

第九十三条　对违反本法第十一条、第十二条有关缴纳排污费、倾倒费和限期治理规定的行政处罚，由国务院规定。

第九十四条　海洋环境监督管理人员滥用职权、玩忽职守、徇私舞弊，造成海洋环境污染损害的，依法给予行政处分；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第十章　附　则

第九十五条　本法中下列用语的含义是：

（一）海洋环境污染损害，是指直接或者间接地把物质或者能量引入海洋环境，产生损害海洋生物资源、危害人体健康、妨害渔业和海上其他合法活动、损害海水使用素质和减损环境质量等有害影响。

（二）内水，是指我国领海基线向内陆一侧的所有海域。

（三）滨海湿地，是指低潮时水深浅于六米的水域及其沿岸浸湿地带，包括水深不超过六米的永久性水域、潮间带（或洪泛地带）和沿海低地等。

（四）海洋功能区划，是指依据海洋自然属性和社会属性，以及自然资源和环境特定条件，界定海洋利用的主导功能和使用范畴。

（五）渔业水域，是指鱼虾类的产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道和鱼虾贝藻类的养殖场。

（六）油类，是指任何类型的油及其炼制品。

（七）油性混合物，是指任何含有油分的混合物。

（八）排放，是指把污染物排入海洋的行为，包括泵出、溢出、泄出、喷出和倒出。

（九）陆地污染源（简称陆源），是指从陆地向海域排放污染物，造成或者可能造成海洋环境污染的场所、设施等。

（十）陆源污染物，是指由陆地污染源排放的污染物。

（十一）倾倒，是指通过船舶、航空器、平台或者其他载运工具，向海洋处置废弃物和其他有害物质的行为，包括弃置船舶、航空器、平台及其辅助设施和其他浮动工具的行为。

（十二）沿海陆域，是指与海岸相连，或者通过管道、沟渠、设施，直接或者间接向海洋排放污染物及其相关活动的一带区域。

（十三）海上焚烧，是指以热摧毁为目的，在海上焚烧设施上，故意焚烧废弃物或者其他物质的行为，但船舶、平台或者其他人工构造物正常操作中，所附带发生的行为除外。

第九十六条　涉及海洋环境监督管理的有关部门的具体职权划分，本法未作规定的，由国务院规定。

第九十七条　中华人民共和国缔结或者参加的与海洋环境保护有关的国际条约与本法有不同规定的，

适用国际条约的规定；但是，中华人民共和国声明保留的条款除外。

第九十八条　本法自2000年4月1日起施行。

中华人民共和国大气污染防治法

（2000年4月29日第九届全国人民代表大会常务委员会第十五次会议通过，自2000年9月1日起施行）

第一章　总　则

第一条　为防治大气污染，保护和改善生活环境和生态环境，保障人体健康，促进经济和社会的可持续发展，制定本法。

第二条　国务院和地方各级人民政府，必须将大气环境保护工作纳入国民经济和社会发展计划，合理规划工业布局，加强防治大气污染的科学研究，采取防治大气污染的措施，保护和改善大气环境。

第三条　国家采取措施，有计划地控制或者逐步削减各地方主要大气污染物的排放总量。

地方各级人民政府对本辖区的大气环境质量负责，制定规划，采取措施，使本辖区的大气环境质量达到规定的标准。

第四条　县级以上人民政府环境保护行政主管部门对大气污染防治实施统一监督管理。

各级公安、交通、铁道、渔业管理部门根据各自的职责，对机动车船污染大气实施监督管理。

县级以上人民政府其他有关主管部门在各自职责范围内对大气污染防治实施监督管理。

第五条　任何单位和个人都有保护大气环境的义务，并有权对污染大气环境的单位和个人进行检举和控告。

第六条　国务院环境保护行政主管部门制定国家大气环境质量标准。省、自治区、直辖市人民政府对国家大气环境质量标准中未作规定的项目，可以制定地方标准，并报国务院环境保护行政主管部门备案。

第七条　国务院环境保护行政主管部门根据国家大气环境质量标准和国家经济、技术条件制定国家大气污染物排放标准。

省、自治区、直辖市人民政府对国家大气污染物排放标准中未作规定的项目，可以制定地方排放标准；对国家大气污染物排放标准中已作规定的项目，可以制定严于国家排放标准的地方排放标准。地方排放标准须报国务院环境保护行政主管部门备案。

省、自治区、直辖市人民政府制定机动车船大气污染物地方排放标准严于国家排放标准的，须报经国务院批准。

凡是向已有地方排放标准的区域排放大气污染物的，应当执行地方排放标准。

第八条　国家采取有利于大气污染防治以及相关的综合利用活动的经济、技术政策和措施。

在防治大气污染、保护和改善大气环境方面成绩显著的单位和个人，由各级人民政府给予奖励。

第九条　国家鼓励和支持大气污染防治的科学技术研究，推广先进适用的大气污染防治技术；鼓励和支持开发、利用太阳能、风能、水能等清洁能源。

国家鼓励和支持环境保护产业的发展。

第十条　各级人民政府应当加强植树种草、城乡绿化工作，因地制宜地采取有效措施做好防沙治沙工作，改善大气环境质量。

第二章　大气污染防治的监督管理

第十一条　新建、扩建、改建向大气排放污染物的项目，必须遵守国家有关建设项目环境保护管理的规定。

建设项目的环境影响报告书，必须对建设项目可能产生的大气污染和对生态环境的影响作出评价，规定防治措施，并按照规定的程序报环境保护行政主管部门审查批准。

建设项目投入生产或者使用之前，其大气污染防治设施必须经过环境保护行政主管部门验收，达不到国家有关建设项目环境保护管理规定的要求的建设项目，不得投入生产或者使用。

第十二条 向大气排放污染物的单位，必须按照国务院环境保护行政主管部门的规定向所在地的环境保护行政主管部门申报拥有的污染物排放设施、处理设施和在正常作业条件下排放污染物的种类、数量、浓度，并提供防治大气污染方面的有关技术资料。

前款规定的排污单位排放大气污染物的种类、数量、浓度有重大改变的，应当及时申报；其大气污染物处理设施必须保持正常使用，拆除或者闲置大气污染物处理设施的，必须事先报经所在地的县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门批准。

第十三条 向大气排放污染物的，其污染物排放浓度不得超过国家和地方规定的排放标准。

第十四条 国家实行按照向大气排放污染物的种类和数量征收排污费的制度，根据加强大气污染防治的要求和国家的经济、技术条件合理制定排污费的征收标准。

征收排污费必须遵守国家规定的标准，具体办法和实施步骤由国务院规定。

征收的排污费一律上缴财政，按照国务院的规定用于大气污染防治，不得挪作他用，并由审计机关依法实施审计监督。

第十五条 国务院和省、自治区、直辖市人民政府对尚未达到规定的大气环境质量标准的区域和国务院批准划定的酸雨控制区、二氧化硫污染控制区，可以划定为主要大气污染物排放总量控制区。主要大气污染物排放总量控制的具体办法由国务院规定。

大气污染物总量控制区内有关地方人民政府依照国务院规定的条件和程序，按照公开、公平、公正的原则，核定企业事业单位的主要大气污染物排放总量，核发主要大气污染物排放许可证。

有大气污染物总量控制任务的企业事业单位，必须按照核定的主要大气污染物排放总量和许可证规定的排放条件排放污染物。

第十六条 在国务院和省、自治区、直辖市人民政府划定的风景名胜区、自然保护区、文物保护单位附近地区和其他需要特别保护的区域内，不得建设污染环境的工业生产设施；建设其他设施，其污染物排放不得超过规定的排放标准。在本法施行前企业事业单位已经建成的设施，其污染物排放超过规定的排放标准的，依照本法第四十八条的规定限期治理。

第十七条 国务院按照城市总体规划、环境保护规划目标和城市大气环境质量状况，划定大气污染防治重点城市。

直辖市、省会城市、沿海开放城市和重点旅游城市应当列入大气污染防治重点城市。

未达到大气环境质量标准的大气污染防治重点城市，应当按照国务院或者国务院环境保护行政主管部门规定的期限，达到大气环境质量标准。该城市人民政府应当制定限期达标规划，并可以根据国务院的授权或者规定，采取更加严格的措施，按期实现达标规划。

第十八条 国务院环境保护行政主管部门会同国务院有关部门，根据气象、地形、土壤等自然条件，可以对已经产生、可能产生酸雨的地区或者其他二氧化硫污染严重的地区，经国务院批准后，划定为酸雨控制区或者二氧化硫污染控制区。

第十九条 企业应当优先采用能源利用效率高、污染物排放量少的清洁生产工艺，减少大气污染物的产生。

国家对严重污染大气环境的落后生产工艺和严重污染大气环境的落后设备实行淘汰制度。

国务院经济综合主管部门会同国务院有关部门公布限期禁止采用的严重污染大气环境的工艺名录和限期禁止生产、禁止销售、禁止进口、禁止使用的严重污染大气环境的设备名录。

生产者、销售者、进口者或者使用者必须在国务院经济综合主管部门会同国务院有关部门规定的期限内分别停止生产、销售、进口或者使用列入前款规定的名录中的设备。生产工艺的采用者必须在国务院经济综合主管部门会同国务院有关部门规定的期限内停止采用列入前款规定的名录中的工艺。

依照前两款规定被淘汰的设备，不得转让给他人使用。

第二十条　单位因发生事故或者其他突发性事件，排放和泄漏有毒有害气体和放射性物质，造成或者可能造成大气污染事故、危害人体健康的，必须立即采取防治大气污染危害的应急措施，通报可能受到大气污染危害的单位和居民，并报告当地环境保护行政主管部门，接受调查处理。

在大气受到严重污染，危害人体健康和安全的紧急情况下，当地人民政府应当及时向当地居民公告，采取强制性应急措施，包括责令有关排污单位停止排放污染物。

第二十一条　环境保护行政主管部门和其他监督管理部门有权对管辖范围内的排污单位进行现场检查，被检查单位必须如实反映情况，提供必要的资料。检查部门有义务为被检查单位保守技术秘密和业务秘密。

第二十二条　国务院环境保护行政主管部门建立大气污染监测制度，组织监测网络，制定统一的监测方法。

第二十三条　大、中城市人民政府环境保护行政主管部门应当定期发布大气环境质量状况公报，并逐步开展大气环境质量预报工作。

大气环境质量状况公报应当包括城市大气环境污染特征、主要污染物的种类及污染危害程度等内容。

第三章　防治燃煤产生的大气污染

第二十四条　国家推行煤炭洗选加工，降低煤的硫分和灰分，限制高硫分、高灰分煤炭的开采。新建的所采煤炭属于高硫分、高灰分的煤矿，必须建设配套的煤炭洗选设施，使煤炭中的含硫分、含灰分达到规定的标准。

对已建成的所采煤炭属于高硫分、高灰分的煤矿，应当按照国务院批准的规划，限期建成配套的煤炭洗选设施。

禁止开采含放射性和砷等有毒有害物质超过规定标准的煤炭。

第二十五条　国务院有关部门和地方各级人民政府应当采取措施，改进城市能源结构，推广清洁能源的生产和使用。

大气污染防治重点城市人民政府可以在本辖区内划定禁止销售、使用国务院环境保护行政主管部门规定的高污染燃料的区域。该区域内的单位和个人应当在当地人民政府规定的期限内停止燃用高污染燃料，改用天然气、液化石油气、电或者其他清洁能源。

第二十六条　国家采取有利于煤炭清洁利用的经济、技术政策和措施，鼓励和支持使用低硫分、低灰分的优质煤炭，鼓励和支持洁净煤技术的开发和推广。

第二十七条　国务院有关主管部门应当根据国家规定的锅炉大气污染物排放标准，在锅炉产品质量标准中规定相应的要求；达不到规定要求的锅炉，不得制造、销售或者进口。

第二十八条　城市建设应当统筹规划，在燃煤供热地区，统一解决热源，发展集中供热。在集中供热管网覆盖的地区，不得新建燃煤供热锅炉。

第二十九条　大、中城市人民政府应当制定规划，对饮食服务企业限期使用天然气、液化石油气、电或者其他清洁能源。

对未划定为禁止使用高污染燃料区域的大、中城市市区内的其他民用炉灶，限期改用固硫型煤或者使用其他清洁能源。

第三十条　新建、扩建排放二氧化硫的火电厂和其他大中型企业，超过规定的污染物排放标准或者总量控制指标的，必须建设配套脱硫、除尘装置或者采取其他控制二氧化硫排放、除尘的措施。

在酸雨控制区和二氧化硫污染控制区内，属于已建企业超过规定的污染物排放标准排放大气污染物的，依照本法第四十八条的规定限期治理。

国家鼓励企业采用先进的脱硫、除尘技术。

企业应当对燃料燃烧过程中产生的氮氧化物采取控制措施。

第三十一条　在人口集中地区存放煤炭、煤矸石、煤渣、煤灰、砂石、灰土等物料，必须采取防燃、防尘措

施，防止污染大气。

第四章 防治机动车船排放污染

第三十二条 机动车船向大气排放污染物不得超过规定的排放标准。

任何单位和个人不得制造、销售或者进口污染物排放超过规定排放标准的机动车船。

第三十三条 在用机动车不符合制造当时的在用机动车污染物排放标准的，不得上路行驶。

省、自治区、直辖市人民政府规定对在用机动车实行新的污染物排放标准并对其进行改造的，须报经国务院批准。

机动车维修单位，应当按照防治大气污染的要求和国家有关技术规范进行维修，使在用机动车达到规定的污染物排放标准。

第三十四条 国家鼓励生产和消费使用清洁能源的机动车船。

国家鼓励和支持生产、使用优质燃料油，采取措施减少燃料油中有害物质对大气环境的污染。单位和个人应当按照国务院规定的期限，停止生产、进口、销售含铅汽油。

第三十五条 省、自治区、直辖市人民政府环境保护行政主管部门可以委托已取得公安机关资质认定的承担机动车年检的单位，按照规范对机动车排气污染进行年度检测。

交通、渔政等有监督管理权的部门可以委托已取得有关主管部门资质认定的承担机动船舶年检的单位，按照规范对机动船舶排气污染进行年度检测。

县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门可以在机动车停放地对在用机动车的污染物排放状况进行监督抽测。

第五章 防治废气、尘和恶臭污染

第三十六条 向大气排放粉尘的排污单位，必须采取除尘措施。

严格限制向大气排放含有毒物质的废气和粉尘；确需排放的，必须经过净化处理，不超过规定的排放标准。

第三十七条 工业生产中产生的可燃性气体应当回收利用，不具备回收利用条件而向大气排放的，应当进行防治污染处理。

向大气排放转炉气、电石气、电炉法黄磷尾气、有机烃类尾气的，须报经当地环境保护行政主管部门批准。

可燃性气体回收利用装置不能正常作业的，应当及时修复或者更新。在回收利用装置不能正常作业期间确需排放可燃性气体的，应当将排放的可燃性气体充分燃烧或者采取其他减轻大气污染的措施。

第三十八条 炼制石油、生产合成氨、煤气和燃煤焦化、有色金属冶炼过程中排放含有硫化物气体的，应当配备脱硫装置或者采取其他脱硫措施。

第三十九条 向大气排放含放射性物质的气体和气溶胶，必须符合国家有关放射性防护的规定，不得超过规定的排放标准。

第四十条 向大气排放恶臭气体的排污单位，必须采取措施防止周围居民区受到污染。

第四十一条 在人口集中地区和其他依法需要特殊保护的区域内，禁止焚烧沥青、油毡、橡胶、塑料、皮革、垃圾以及其他产生有毒有害烟尘和恶臭气体的物质。

禁止在人口集中地区、机场周围、交通干线附近以及当地人民政府划定的区域露天焚烧秸秆、落叶等产生烟尘污染的物质。

除前两款外，城市人民政府还可以根据实际情况，采取防治烟尘污染的其他措施。

第四十二条 运输、装卸、贮存能够散发有毒有害气体或者粉尘物质的，必须采取密闭措施或者其他防护措施。

第四十三条 城市人民政府应当采取绿化责任制、加强建设施工管理、扩大地面铺装面积、控制渣土堆放和清洁运输等措施，提高人均占有绿地面积，减少市区裸露地面和地面尘土，防治城市扬尘污染。

在城市市区进行建设施工或者从事其他产生扬尘污染活动的单位，必须按照当地环境保护的规定，采取

防治扬尘污染的措施。

国务院有关行政主管部门应当将城市扬尘污染的控制状况作为城市环境综合整治考核的依据之一。

第四十四条　城市饮食服务业的经营者，必须采取措施，防治油烟对附近居民的居住环境造成污染。

第四十五条　国家鼓励、支持消耗臭氧层物质替代品的生产和使用，逐步减少消耗臭氧层物质的产量，直至停止消耗臭氧层物质的生产和使用。

在国家规定的期限内，生产、进口消耗臭氧层物质的单位必须按照国务院有关行政主管部门核定的配额进行生产、进口。

第六章　法律责任

第四十六条　违反本法规定，有下列行为之一的，环境保护行政主管部门或者本法第四条第二款规定的监督管理部门可以根据不同情节，责令停止违法行为，限期改正，给予警告或者处以五万元以下罚款：

(一)拒报或者谎报国务院环境保护行政主管部门规定的有关污染物排放申报事项的；

(二)拒绝环境保护行政主管部门或者其他监督管理部门现场检查或者在被检查时弄虚作假的；

(三)排污单位不正常使用大气污染物处理设施，或者未经环境保护行政主管部门批准，擅自拆除、闲置大气污染物处理设施的；

(四)未采取防燃、防尘措施，在人口集中地区存放煤炭、煤矸石、煤渣、煤灰、砂石、灰土等物料的。

第四十七条　违反本法第十一条规定，建设项目的大气污染防治设施没有建成或者没有达到国家有关建设项目环境保护管理的规定的要求，投入生产或者使用的，由审批该建设项目的环境影响报告书的环境保护行政主管部门责令停止生产或者使用，可以并处一万元以上十万元以下罚款。

第四十八条　违反本法规定，向大气排放污染物超过国家和地方规定排放标准的，应当限期治理，并由所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门处一万元以上十万元以下罚款。限期治理的决定权限和违反限期治理要求的行政处罚由国务院规定。

第四十九条　违反本法第十九条规定，生产、销售、进口或者使用禁止生产、销售、进口、使用的设备，或者采用禁止采用的工艺的，由县级以上人民政府经济综合主管部门责令改正；情节严重的，由县级以上人民政府经济综合主管部门提出意见，报请同级人民政府按照国务院规定的权限责令停业、关闭。

将淘汰的设备转让给他人使用的，由转让者所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门或者其他依法行使监督管理权的部门没收转让者的违法所得，并处违法所得两倍以下罚款。

第五十条　违反本法第二十四条第三款规定，开采含放射性和砷等有毒有害物质超过规定标准的煤炭的，由县级以上人民政府按照国务院规定的权限责令关闭。

第五十一条　违反本法第二十五条第二款或者第二十九条第一款的规定，在当地人民政府规定的期限届满后继续燃用高污染燃料的，由所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门责令拆除或者没收燃用高污染燃料的设施。

第五十二条　违反本法第二十八条规定，在城市集中供热管网覆盖地区新建燃煤供热锅炉的，由县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门责令停止违法行为或者限期改正，可以处五万元以下罚款。

第五十三条　违反本法第三十二条规定，制造、销售或者进口超过污染物排放标准的机动车船的，由依法行使监督管理权的部门责令停止违法行为，没收违法所得，可以并处违法所得一倍以下的罚款；对无法达到规定的污染物排放标准的机动车船，没收销毁。

第五十四条　违反本法第三十四条第二款规定，未按照国务院规定的期限停止生产、进口或者销售含铅汽油的，由所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门或者其他依法行使监督管理权的部门责令停止违法行为，没收所生产、进口、销售的含铅汽油和违法所得。

第五十五条　违反本法第三十五条第一款或者第二款规定，未取得所在地省、自治区、直辖市人民政府环境保护行政主管部门或者交通、渔政等依法行使监督管理权的部门的委托进行机动车船排气污染检测的，或者在检测中弄虚作假的，由县级以上人民政府环境保护行政主管部门或者交通、渔政等依法行使监督管理权的部门责令停止违法行为，限期改正，可以处五万元以下罚款；情节严重的，由负责资质认定的部门取消承担

机动车船年检的资格。

第五十六条 违反本法规定，有下列行为之一的，由县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门或者其他依法行使监督管理权的部门责令停止违法行为，限期改正，可以处五万元以下罚款：

（一）未采取有效污染防治措施，向大气排放粉尘、恶臭气体或者其他含有有毒物质气体的；

（二）未经当地环境保护行政主管部门批准，向大气排放转炉气、电石气、电炉法黄磷尾气、有机烃类尾气的；

（三）未采取密闭措施或者其他防护措施，运输、装卸或者贮存能够散发有毒有害气体或者粉尘物质的；

（四）城市饮食服务业的经营者未采取有效污染防治措施，致使排放的油烟对附近居民的居住环境造成污染的。

第五十七条 违反本法第四十一条第一款规定，在人口集中地区和其他依法需要特殊保护的区域内，焚烧沥青、油毡、橡胶、塑料、皮革、垃圾以及其他产生有毒有害烟尘和恶臭气体的物质的，由所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门责令停止违法行为，处二万元以下罚款。

违反本法第四十一条第二款规定，在人口集中地区、机场周围、交通干线附近以及当地人民政府划定的区域内露天焚烧秸秆、落叶等产生烟尘污染的物质的，由所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门责令停止违法行为；情节严重的，可以处二百元以下罚款。

第五十八条 违反本法第四十三条第二款规定，在城市市区进行建设施工或者从事其他产生扬尘污染的活动，未采取有效扬尘防治措施，致使大气环境受到污染的，限期改正，处二万元以下罚款；对逾期仍未达到当地环境保护规定要求的，可以责令其停工整顿。

前款规定的对因建设施工造成扬尘污染的处罚，由县级以上地方人民政府建设行政主管部门决定；对其他造成扬尘污染的处罚，由县级以上地方人民政府指定的有关主管部门决定。

第五十九条 违反本法第四十五条第二款规定，在国家规定的期限内，生产或者进口消耗臭氧层物质超过国务院有关行政主管部门核定配额的，由所在地省、自治区、直辖市人民政府有关行政主管部门处二万元以上二十万元以下罚款；情节严重的，由国务院有关行政主管部门取消生产、进口配额。

第六十条 违反本法规定，有下列行为之一的，由县级以上人民政府环境保护行政主管部门责令限期建设配套设施，可以处二万元以上二十万元以下罚款：

（一）新建的所采煤炭属于高硫分、高灰分的煤矿，不按照国家有关规定建设配套的煤炭洗选设施的；

（二）排放含有硫化物气体的石油炼制、合成氨生产、煤气和燃煤焦化以及有色金属冶炼的企业，不按照国家有关规定建设配套脱硫装置或者未采取其他脱硫措施的。

第六十一条 对违反本法规定，造成大气污染事故的企业事业单位，由所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门根据所造成的危害后果处直接经济损失百分之五十以下罚款，但最高不超过五十万元；情节较重的，对直接负责的主管人员和其他直接责任人员，由所在单位或者上级主管机关依法给予行政处分或者纪律处分；造成重大大气污染事故，导致公私财产重大损失或者人身伤亡的严重后果，构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第六十二条 造成大气污染危害的单位，有责任排除危害，并对直接遭受损失的单位或者个人赔偿损失。

赔偿责任和赔偿金额的纠纷，可以根据当事人的请求，由环境保护行政主管部门调解处理；调解不成的，当事人可以向人民法院起诉。当事人也可以直接向人民法院起诉。

第六十三条 完全由于不可抗拒的自然灾害，并经及时采取合理措施，仍然不能避免造成大气污染损失的，免于承担责任。

第六十四条 环境保护行政主管部门或者其他有关部门违反本法第十四条第三款的规定，将征收的排污费挪作他用的，由审计机关或者监察机关责令退回挪用款项或者采取其他措施予以追回，对直接负责的主管人员和其他直接责任人员依法给予行政处分。

第六十五条 环境保护监督管理人员滥用职权、玩忽职守的，给予行政处分；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第七章 附 则

第六十六条 本法自2000年9月1日起施行。

中华人民共和国固体废物污染环境防治法

（第十届全国人民代表大会常务委员会第十三次会议于2004年12月29日修订通过，自2005年4月1日起施行）

第一章 总 则

第一条 为了防治固体废物污染环境，保障人体健康，维护生态安全，促进经济社会可持续发展，制定本法。

第二条 本法适用于中华人民共和国境内固体废物污染环境的防治。

固体废物污染海洋环境的防治和放射性固体废物污染环境的防治不适用本法。

第三条 国家对固体废物污染环境的防治，实行减少固体废物的产生量和危害性、充分合理利用固体废物和无害化处置固体废物的原则，促进清洁生产和循环经济发展。

国家采取有利于固体废物综合利用活动的经济、技术政策和措施，对固体废物实行充分回收和合理利用。

国家鼓励、支持采取有利于保护环境的集中处置固体废物的措施，促进固体废物污染环境防治产业的发展。

第四条 县级以上人民政府应当将固体废物污染环境防治工作纳入国民经济和社会发展计划，并采取有利于固体废物污染环境防治的经济、技术政策和措施。

国务院有关部门、县级以上地方人民政府及其有关部门组织编制城乡建设、土地利用、区域开发、产业发展等规划，应当统筹考虑减少固体废物的产生量和危害性、促进固体废物的综合利用和无害化处置。

第五条 国家对固体废物污染环境防治实行污染者依法负责的原则。

产品的生产者、销售者、进口者、使用者对其产生的固体废物依法承担污染防治责任。

第六条 国家鼓励、支持固体废物污染环境防治的科学研究、技术开发、推广先进的防治技术和普及固体废物污染环境防治的科学知识。

各级人民政府应当加强防治固体废物污染环境的宣传教育，倡导有利于环境保护的生产方式和生活方式。

第七条 国家鼓励单位和个人购买、使用再生产品和可重复利用产品。

第八条 各级人民政府对在固体废物污染环境防治工作以及相关的综合利用活动中作出显著成绩的单位和个人给予奖励。

第九条 任何单位和个人都有保护环境的义务，并有权对造成固体废物污染环境的单位和个人进行检举和控告。

第十条 国务院环境保护行政主管部门对全国固体废物污染环境的防治工作实施统一监督管理。国务院有关部门在各自的职责范围内负责固体废物污染环境防治的监督管理工作。

县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门对本行政区域内固体废物污染环境的防治工作实施统一监督管理。县级以上地方人民政府有关部门在各自的职责范围内负责固体废物污染环境防治的监督管理工作。

国务院建设行政主管部门和县级以上地方人民政府环境卫生行政主管部门负责生活垃圾清扫、收集、贮存、运输和处置的监督管理工作。

第二章 固体废物污染环境防治的监督管理

第十一条 国务院环境保护行政主管部门会同国务院有关行政主管部门根据国家环境质量标准和国家经济、技术条件，制定国家固体废物污染环境防治技术标准。

第十二条 国务院环境保护行政主管部门建立固体废物污染环境监测制度，制定统一的监测规范，并会同有关部门组织监测网络。

大、中城市人民政府环境保护行政主管部门应当定期发布固体废物的种类、产生量、处置状况等信息。

第十三条 建设产生固体废物的项目以及建设贮存、利用、处置固体废物的项目，必须依法进行环境影响评价，并遵守国家有关建设项目环境保护管理的规定。

第十四条 建设项目的环境影响评价文件确定需要配套建设的固体废物污染环境防治设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。固体废物污染环境防治设施必须经原审批环境影响评价文件的环境保护行政主管部门验收合格后，该建设项目方可投入生产或者使用。对固体废物污染环境防治设施的验收应当与对主体工程的验收同时进行。

第十五条 县级以上人民政府环境保护行政主管部门和其他固体废物污染环境防治工作的监督管理部门，有权依据各自的职责对管辖范围内与固体废物污染环境防治有关的单位进行现场检查。被检查的单位应当如实反映情况，提供必要的资料。检查机关应当为被检查的单位保守技术秘密和业务秘密。

检查机关进行现场检查时，可以采取现场监测、采集样品、查阅或者复制与固体废物污染环境防治相关的资料等措施。检查人员进行现场检查，应当出示证件。

第三章 固体废物污染环境的防治

第一节 一般规定

第十六条 产生固体废物的单位和个人，应当采取措施，防止或者减少固体废物对环境的污染。

第十七条 收集、贮存、运输、利用、处置固体废物的单位和个人，必须采取防扬散、防流失、防渗漏或者其他防止污染环境的措施；不得擅自倾倒、堆放、丢弃、遗撒固体废物。

禁止任何单位或者个人向江河、湖泊、运河、渠道、水库及其最高水位线以下的滩地和岸坡等法律、法规规定禁止倾倒、堆放废弃物的地点倾倒、堆放固体废物。

第十八条 产品和包装物的设计、制造，应当遵守国家有关清洁生产的规定。国务院标准化行政主管部门应当根据国家经济和技术条件、固体废物污染环境防治状况以及产品的技术要求，组织制定有关标准，防止过度包装造成环境污染。

生产、销售、进口依法被列入强制回收目录的产品和包装物的企业，必须按照国家有关规定对该产品和包装物进行回收。

第十九条 国家鼓励科研、生产单位研究、生产易回收利用、易处置或者在环境中可降解的薄膜覆盖物和商品包装物。

使用农用薄膜的单位和个人，应当采取回收利用等措施，防止或者减少农用薄膜对环境的污染。

第二十条 从事畜禽规模养殖应当按照国家有关规定收集、贮存、利用或者处置养殖过程中产生的畜禽粪便，防止污染环境。

禁止在人口集中地区、机场周围、交通干线附近以及当地人民政府划定的区域露天焚烧秸秆。

第二十一条 对收集、贮存、运输、处置固体废物的设施、设备和场所，应当加强管理和维护，保证其正常运行和使用。

第二十二条 在国务院和国务院有关主管部门及省、自治区、直辖市人民政府划定的自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、基本农田保护区和其他需要特别保护的区域内，禁止建设工业固体废物集中贮存、处置的设施、场所和生活垃圾填埋场。

第二十三条 转移固体废物出省、自治区、直辖市行政区域贮存、处置的，应当向固体废物移出地的省、自

治区、直辖市人民政府环境保护行政主管部门提出申请。移出地的省、自治区、直辖市人民政府环境保护行政主管部门应当商经接受地的省、自治区、直辖市人民政府环境保护行政主管部门同意后，方可批准转移该固体废物出省、自治区、直辖市行政区域。未经批准的，不得转移。

第二十四条　禁止中华人民共和国境外的固体废物进境倾倒、堆放、处置。

第二十五条　禁止进口不能用作原料或者不能以无害化方式利用的固体废物；对可以用作原料的固体废物实行限制进口和自动许可进口分类管理。

国务院环境保护行政主管部门会同国务院对外贸易主管部门、国务院经济综合宏观调控部门、海关总署、国务院质量监督检验检疫部门制定、调整并公布禁止进口、限制进口和自动许可进口的固体废物目录。

禁止进口列入禁止进口目录的固体废物。进口列入限制进口目录的固体废物，应当经国务院环境保护行政主管部门会同国务院对外贸易主管部门审查许可。进口列入自动许可进口目录的固体废物，应当依法办理自动许可手续。

进口的固体废物必须符合国家环境保护标准，并经质量监督检验检疫部门检验合格。

进口固体废物的具体管理办法，由国务院环境保护行政主管部门会同国务院对外贸易主管部门、国务院经济综合宏观调控部门、海关总署、国务院质量监督检验检疫部门制定。

第二十六条　进口者对海关将其所进口的货物纳入固体废物管理范围不服的，可以依法申请行政复议，也可以向人民法院提起行政诉讼。

第二节　工业固体废物污染环境的防治

第二十七条　国务院环境保护行政主管部门应当会同国务院经济综合宏观调控部门和其他有关部门对工业固体废物对环境的污染作出界定，制定防治工业固体废物污染环境的技术政策，组织推广先进的防治工业固体废物污染环境的生产工艺和设备。

第二十八条　国务院经济综合宏观调控部门应当会同国务院有关部门组织研究、开发和推广减少工业固体废物产生量和危害性的生产工艺和设备，公布限期淘汰产生严重污染环境的工业固体废物的落后生产工艺、落后设备的名录。

生产者、销售者、进口者、使用者必须在国务院经济综合宏观调控部门会同国务院有关部门规定的期限内分别停止生产、销售、进口或者使用列入前款规定的名录中的设备。生产工艺的采用者必须在国务院经济综合宏观调控部门会同国务院有关部门规定的期限内停止采用列入前款规定的名录中的工艺。

列入限期淘汰名录被淘汰的设备，不得转让给他人使用。

第二十九条　县级以上人民政府有关部门应当制定工业固体废物污染环境防治工作规划，推广能够减少工业固体废物产生量和危害性的先进生产工艺和设备，推动工业固体废物污染环境防治工作。

第三十条　产生工业固体废物的单位应当建立、健全污染环境防治责任制度，采取防治工业固体废物污染环境的措施。

第三十一条　企业事业单位应当合理选择和利用原材料、能源和其他资源，采用先进的生产工艺和设备，减少工业固体废物产生量，降低工业固体废物的危害性。

第三十二条　国家实行工业固体废物申报登记制度。

产生工业固体废物的单位必须按照国务院环境保护行政主管部门的规定，向所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门提供工业固体废物的种类、产生量、流向、贮存、处置等有关资料。

前款规定的申报事项有重大改变的，应当及时申报。

第三十三条　企业事业单位应当根据经济、技术条件对其产生的工业固体废物加以利用；对暂时不利用或者不能利用的，必须按照国务院环境保护行政主管部门的规定建设贮存设施、场所，安全分类存放，或者采取无害化处置措施。

建设工业固体废物贮存、处置的设施、场所，必须符合国家环境保护标准。

第三十四条　禁止擅自关闭、闲置或者拆除工业固体废物污染环境防治设施、场所；确有必要关闭、闲置或者拆除的，必须经所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门核准，并采取措施，防止污染环境。

第三十五条　产生工业固体废物的单位需要终止的，应当事先对工业固体废物的贮存、处置的设施、场所采取污染防治措施，并对未处置的工业固体废物作出妥善处置，防止污染环境。

产生工业固体废物的单位发生变更的，变更后的单位应当按照国家有关环境保护的规定对未处置的工业固体废物及其贮存、处置的设施、场所进行安全处置或者采取措施保证该设施、场所安全运行。变更前当事人对工业固体废物及其贮存、处置的设施、场所的污染防治责任另有约定的，从其约定；但是，不得免除当事人的污染防治义务。

对本法施行前已经终止的单位未处置的工业固体废物及其贮存、处置的设施、场所进行安全处置的费用，由有关人民政府承担；但是，该单位享有的土地使用权依法转让的，应当由土地使用权受让人承担处置费用。当事人另有约定的，从其约定；但是，不得免除当事人的污染防治义务。

第三十六条　矿山企业应当采取科学的开采方法和选矿工艺，减少尾矿、矸石、废石等矿业固体废物的产生量和贮存量。

尾矿、矸石、废石等矿业固体废物贮存设施停止使用后，矿山企业应当按照国家有关环境保护规定进行封场，防止造成环境污染和生态破坏。

第三十七条　拆解、利用、处置废弃电器产品和废弃机动车船，应当遵守有关法律、法规的规定，采取措施，防止污染环境。

第三节　生活垃圾污染环境的防治

第三十八条　县级以上人民政府应当统筹安排建设城乡生活垃圾收集、运输、处置设施，提高生活垃圾的利用率和无害化处置率，促进生活垃圾收集、处置的产业化发展，逐步建立和完善生活垃圾污染环境防治的社会服务体系。

第三十九条　县级以上地方人民政府环境卫生行政主管部门应当组织对城市生活垃圾进行清扫、收集、运输和处置，可以通过招标等方式选择具备条件的单位从事生活垃圾的清扫、收集、运输和处置。

第四十条　对城市生活垃圾应当按照环境卫生行政主管部门的规定，在指定的地点放置，不得随意倾倒、抛撒或者堆放。

第四十一条　清扫、收集、运输、处置城市生活垃圾，应当遵守国家有关环境保护和环境卫生管理的规定，防止污染环境。

第四十二条　对城市生活垃圾应当及时清运，逐步做到分类收集和运输，并积极开展合理利用和实施无害化处置。

第四十三条　城市人民政府应当有计划地改进燃料结构，发展城市煤气、天然气、液化气和其他清洁能源。

城市人民政府有关部门应当组织净菜进城，减少城市生活垃圾。

城市人民政府有关部门应当统筹规划，合理安排收购网点，促进生活垃圾的回收利用工作。

第四十四条　建设生活垃圾处置的设施、场所，必须符合国务院环境保护行政主管部门和国务院建设行政主管部门规定的环境保护和环境卫生标准。

禁止擅自关闭、闲置或者拆除生活垃圾处置的设施、场所；确有必要关闭、闲置或者拆除的，必须经所在地县级以上地方人民政府环境卫生行政主管部门和环境保护行政主管部门核准，并采取措施，防止污染环境。

第四十五条　从生活垃圾中回收的物质必须按照国家规定的用途或者标准使用，不得用于生产可能危害人体健康的产品。

第四十六条　工程施工单位应当及时清运工程施工过程中产生的固体废物，并按照环境卫生行政主管部门的规定进行利用或者处置。

第四十七条　从事公共交通运输的经营单位，应当按照国家有关规定，清扫、收集运输过程中产生的生活垃圾。

第四十八条　从事城市新区开发、旧区改建和住宅小区开发建设的单位，以及机场、码头、车站、公园、商店等公共设施、场所的经营管理单位，应当按照国家有关环境卫生的规定，配套建设生活垃圾收集设施。

第四十九条　农村生活垃圾污染环境防治的具体办法，由地方性法规规定。

第四章　危险废物污染环境防治的特别规定

第五十条　危险废物污染环境的防治，适用本章规定；本章未作规定的，适用本法其他有关规定。

第五十一条　国务院环境保护行政主管部门应当会同国务院有关部门制定国家危险废物名录，规定统一的危险废物鉴别标准、鉴别方法和识别标志。

第五十二条　对危险废物的容器和包装物以及收集、贮存、运输、处置危险废物的设施、场所，必须设置危险废物识别标志。

第五十三条　产生危险废物的单位，必须按照国家有关规定制定危险废物管理计划，并向所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门申报危险废物的种类、产生量、流向、贮存、处置等有关资料。

前款所称危险废物管理计划应当包括减少危险废物产生量和危害性的措施以及危险废物贮存、利用、处置措施。危险废物管理计划应当报产生危险废物的单位所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门备案。

本条规定的申报事项或者危险废物管理计划内容有重大改变的，应当及时申报。

第五十四条　国务院环境保护行政主管部门会同国务院经济综合宏观调控部门组织编制危险废物集中处置设施、场所的建设规划，报国务院批准后实施。

县级以上地方人民政府应当依据危险废物集中处置设施、场所的建设规划组织建设危险废物集中处置设施、场所。

第五十五条　产生危险废物的单位，必须按照国家有关规定处置危险废物，不得擅自倾倒、堆放；不处置的，由所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门责令限期改正；逾期不处置或者处置不符合国家有关规定的，由所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门指定单位按照国家有关规定代为处置，处置费用由产生危险废物的单位承担。

第五十六条　以填埋方式处置危险废物不符合国务院环境保护行政主管部门规定的，应当缴纳危险废物排污费。危险废物排污费征收的具体办法由国务院规定。

危险废物排污费用于污染环境的防治，不得挪作他用。

第五十七条　从事收集、贮存、处置危险废物经营活动的单位，必须向县级以上人民政府环境保护行政主管部门申请领取经营许可证；从事利用危险废物经营活动的单位，必须向国务院环境保护行政主管部门或者省、自治区、直辖市人民政府环境保护行政主管部门申请领取经营许可证。具体管理办法由国务院规定。

禁止无经营许可证或者不按照经营许可证规定从事危险废物收集、贮存、利用、处置的经营活动。

禁止将危险废物提供或者委托给无经营许可证的单位从事收集、贮存、利用、处置的经营活动。

第五十八条　收集、贮存危险废物，必须按照危险废物特性分类进行。禁止混合收集、贮存、运输、处置性质不相容而未经安全性处置的危险废物。

贮存危险废物必须采取符合国家环境保护标准的防护措施，并不得超过一年；确需延长期限的，必须报经原批准经营许可证的环境保护行政主管部门批准；法律、行政法规另有规定的除外。

禁止将危险废物混入非危险废物中贮存。

第五十九条　转移危险废物的，必须按照国家有关规定填写危险废物转移联单，并向危险废物移出地设区的市级以上地方人民政府环境保护行政主管部门提出申请。移出地设区的市级以上地方人民政府环境保护行政主管部门应当商经接受地设区的市级以上地方人民政府环境保护行政主管部门同意后，方可批准转移该危险废物。未经批准的，不得转移。

转移危险废物途经移出地、接受地以外行政区域的，危险废物移出地设区的市级以上地方人民政府环境保护行政主管部门应当及时通知沿途经过的设区的市级以上地方人民政府环境保护行政主管部门。

第六十条　运输危险废物，必须采取防止污染环境的措施，并遵守国家有关危险货物运输管理的规定。

禁止将危险废物与旅客在同一运输工具上载运。

第六十一条　收集、贮存、运输、处置危险废物的场所、设施、设备和容器、包装物及其他物品转作他用时，

必须经过消除污染的处理，方可使用。

第六十二条 产生、收集、贮存、运输、利用、处置危险废物的单位，应当制定意外事故的防范措施和应急预案，并向所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门备案；环境保护行政主管部门应当进行检查。

第六十三条 因发生事故或者其他突发性事件，造成危险废物严重污染环境的单位，必须立即采取措施消除或者减轻对环境的污染危害，及时通报可能受到污染危害的单位和居民，并向所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门和有关部门报告，接受调查处理。

第六十四条 在发生或者有证据证明可能发生危险废物严重污染环境、威胁居民生命财产安全时，县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门或者其他固体废物污染环境防治工作的监督管理部门必须立即向本级人民政府和上一级人民政府有关行政主管部门报告，由人民政府采取防止或者减轻危害的有效措施。有关人民政府可以根据需要责令停止导致或者可能导致环境污染事故的作业。

第六十五条 重点危险废物集中处置设施、场所的退役费用应当预提，列入投资概算或者经营成本。具体提取和管理办法，由国务院财政部门、价格主管部门会同国务院环境保护行政主管部门规定。

第六十六条 禁止经中华人民共和国过境转移危险废物。

第五章 法律责任

第六十七条 县级以上人民政府环境保护行政主管部门或者其他固体废物污染环境防治工作的监督管理部门违反本法规定，有下列行为之一的，由本级人民政府或者上级人民政府有关行政主管部门责令改正，对负有责任的主管人员和其他直接责任人员依法给予行政处分；构成犯罪的，依法追究刑事责任：

(一)不依法作出行政许可或者办理批准文件的；

(二)发现违法行为或者接到对违法行为的举报后不予查处的；

(三)有不依法履行监督管理职责的其他行为的。

第六十八条 违反本法规定，有下列行为之一的，由县级以上人民政府环境保护行政主管部门责令停止违法行为，限期改正，处以罚款：

(一)不按照国家规定申报登记工业固体废物，或者在申报登记时弄虚作假的；

(二)对暂时不利用或者不能利用的工业固体废物未建设贮存的设施、场所安全分类存放，或者未采取无害化处置措施的；

(三)将列入限期淘汰名录被淘汰的设备转让给他人使用的；

(四)擅自关闭、闲置或者拆除工业固体废物污染环境防治设施、场所的；

(五)在自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、基本农田保护区和其他需要特别保护的区域内，建设工业固体废物集中贮存、处置的设施、场所和生活垃圾填埋场的；

(六)擅自转移固体废物出省、自治区、直辖市行政区域贮存、处置的；

(七)未采取相应防范措施，造成工业固体废物扬散、流失、渗漏或者造成其他环境污染的；

(八)在运输过程中沿途丢弃、遗撒工业固体废物的。

有前款第一项、第八项行为之一的，处五千元以上五万元以下的罚款；有前款第二项、第三项、第四项、第五项、第六项、第七项行为之一的，处一万元以上十万元以下的罚款。

第六十九条 违反本法规定，建设项目需要配套建设的固体废物污染环境防治设施未建成、未经验收或者验收不合格，主体工程即投入生产或者使用的，由审批该建设项目环境影响评价文件的环境保护行政主管部门责令停止生产或者使用，可以并处十万元以下的罚款。

第七十条 违反本法规定，拒绝县级以上人民政府环境保护行政主管部门或者其他固体废物污染环境防治工作的监督管理部门现场检查的，由执行现场检查的部门责令限期改正；拒不改正或者在检查时弄虚作假的，处二千元以上二万元以下的罚款。

第七十一条 从事畜禽规模养殖未按照国家有关规定收集、贮存、处置畜禽粪便，造成环境污染的，由县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门责令限期改正，可以处五万元以下的罚款。

第七十二条 违反本法规定，生产、销售、进口或者使用淘汰的设备，或者采用淘汰的生产工艺的，由县级

以上人民政府经济综合宏观调控部门责令改正;情节严重的,由县级以上人民政府经济综合宏观调控部门提出意见,报请同级人民政府按照国务院规定的权限决定停业或者关闭。

第七十三条　尾矿、矸石、废石等矿业固体废物贮存设施停止使用后,未按照国家有关环境保护规定进行封场的,由县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门责令限期改正,可以处五万元以上二十万元以下的罚款。

第七十四条　违反本法有关城市生活垃圾污染环境防治的规定,有下列行为之一的,由县级以上地方人民政府环境卫生行政主管部门责令停止违法行为,限期改正,处以罚款:

(一)随意倾倒、抛撒或者堆放生活垃圾的;

(二)擅自关闭、闲置或者拆除生活垃圾处置设施、场所的;

(三)工程施工单位不及时清运施工过程中产生的固体废物,造成环境污染的;

(四)工程施工单位不按照环境卫生行政主管部门的规定对施工过程中产生的固体废物进行利用或者处置的;

(五)在运输过程中沿途丢弃、遗撒生活垃圾的。

单位有前款第一项、第三项、第五项行为之一的,处五千元以上五万元以下的罚款;有前款第二项、第四项行为之一的,处一万元以上十万元以下的罚款。个人有前款第一项、第五项行为之一的,处二百元以下的罚款。

第七十五条　违反本法有关危险废物污染环境防治的规定,有下列行为之一的,由县级以上人民政府环境保护行政主管部门责令停止违法行为,限期改正,处以罚款:

(一)不设置危险废物识别标志的;

(二)不按照国家规定申报登记危险废物,或者在申报登记时弄虚作假的;

(三)擅自关闭、闲置或者拆除危险废物集中处置设施、场所的;

(四)不按照国家规定缴纳危险废物排污费的;

(五)将危险废物提供或者委托给无经营许可证的单位从事经营活动的;

(六)不按照国家规定填写危险废物转移联单或者未经批准擅自转移危险废物的;

(七)将危险废物混入非危险废物中贮存的;

(八)未经安全性处置,混合收集、贮存、运输、处置具有不相容性质的危险废物的;

(九)将危险废物与旅客在同一运输工具上载运的;

(十)未经消除污染的处理,将收集、贮存、运输、处置危险废物的场所、设施、设备和容器、包装物及其他物品转作他用的;

(十一)未采取相应防范措施,造成危险废物扬散、流失、渗漏或者造成其他环境污染的;

(十二)在运输过程中沿途丢弃、遗撒危险废物的;

(十三)未制定危险废物意外事故防范措施和应急预案的。

有前款第一项、第二项、第七项、第八项、第九项、第十项、第十一项、第十二项、第十三项行为之一的,处一万元以上十万元以下的罚款;有前款第三项、第五项、第六项行为之一的,处二万元以上二十万元以下的罚款;有前款第四项行为的,限期缴纳,逾期不缴纳的,处应缴纳危险废物排污费金额一倍以上三倍以下的罚款。

第七十六条　违反本法规定,危险废物产生者不处置其产生的危险废物又不承担依法应当承担的处置费用的,由县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门责令限期改正,处代为处置费用一倍以上三倍以下的罚款。

第七十七条　无经营许可证或者不按照经营许可证规定从事收集、贮存、利用、处置危险废物经营活动的,由县级以上人民政府环境保护行政主管部门责令停止违法行为,没收违法所得,可以并处违法所得三倍以下的罚款。

不按照经营许可证规定从事前款活动的,还可以由发证机关吊销经营许可证。

第七十八条　违反本法规定,将中华人民共和国境外的固体废物进境倾倒、堆放、处置的,进口属于禁止进口的固体废物或者未经许可擅自进口属于限制进口的固体废物用作原料的,由海关责令退运该固体废物,

可以并处十万元以上一百万元以下的罚款；构成犯罪的，依法追究刑事责任。进口者不明的，由承运人承担退运该固体废物的责任，或者承担该固体废物的处置费用。

逃避海关监管将中华人民共和国境外的固体废物运输进境，构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第七十九条　违反本法规定，经中华人民共和国过境转移危险废物的，由海关责令退运该危险废物，可以并处五万元以上五十万元以下的罚款。

第八十条　对已经非法入境的固体废物，由省级以上人民政府环境保护行政主管部门依法向海关提出处理意见，海关应当依照本法第七十八条的规定作出处罚决定；已经造成环境污染的，由省级以上人民政府环境保护行政主管部门责令进口者消除污染。

第八十一条　违反本法规定，造成固体废物严重污染环境的，由县级以上人民政府环境保护行政主管部门按照国务院规定的权限决定限期治理；逾期未完成治理任务的，由本级人民政府决定停业或者关闭。

第八十二条　违反本法规定，造成固体废物污染环境事故的，由县级以上人民政府环境保护行政主管部门处二万元以上二十万元以下的罚款；造成重大损失的，按照直接损失的百分之三十计算罚款，但是最高不超过一百万元，对负有责任的主管人员和其他直接责任人员，依法给予行政处分；造成固体废物污染环境重大事故的，并由县级以上人民政府按照国务院规定的权限决定停业或者关闭。

第八十三条　违反本法规定，收集、贮存、利用、处置危险废物，造成重大环境污染事故，构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第八十四条　受到固体废物污染损害的单位和个人，有权要求依法赔偿损失。

赔偿责任和赔偿金额的纠纷，可以根据当事人的请求，由环境保护行政主管部门或者其他固体废物污染环境防治工作的监督管理部门调解处理；调解不成的，当事人可以向人民法院提起诉讼。当事人也可以直接向人民法院提起诉讼。

国家鼓励法律服务机构对固体废物污染环境诉讼中的受害人提供法律援助。

第八十五条　造成固体废物污染环境的，应当排除危害，依法赔偿损失，并采取措施恢复环境原状。

第八十六条　因固体废物污染环境引起的损害赔偿诉讼，由加害人就法律规定的免责事由及其行为与损害结果之间不存在因果关系承担举证责任。

第八十七条　固体废物污染环境的损害赔偿责任和赔偿金额的纠纷，当事人可以委托环境监测机构提供监测数据。环境监测机构应当接受委托，如实提供有关监测数据。

第六章　附　则

第八十八条　本法下列用语的含义：

（一）固体废物，是指在生产、生活和其他活动中产生的丧失原有利用价值或者虽未丧失利用价值但被抛弃或者放弃的固态、半固态和置于容器中的气态的物品、物质以及法律、行政法规规定纳入固体废物管理的物品、物质。

（二）工业固体废物，是指在工业生产活动中产生的固体废物。

（三）生活垃圾，是指在日常生活中或者为日常生活提供服务的活动中产生的固体废物以及法律、行政法规规定视为生活垃圾的固体废物。

（四）危险废物，是指列入国家危险废物名录或者根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定的具有危险特性的固体废物。

（五）贮存，是指将固体废物临时置于特定设施或者场所中的活动。

（六）处置，是指将固体废物焚烧和用其他改变固体废物的物理、化学、生物特性的方法，达到减少已产生的固体废物数量、缩小固体废物体积、减少或者消除其危险成分的活动，或者将固体废物最终置于符合环境保护规定要求的填埋场的活动。

（七）利用，是指从固体废物中提取物质作为原材料或者燃料的活动。

第八十九条　液态废物的污染防治，适用本法；但是，排入水体的废水的污染防治适用有关法律，不适用本法。

第九十条　中华人民共和国缔结或者参加的与固体废物污染环境防治有关的国际条约与本法有不同规定的，适用国际条约的规定；但是，中华人民共和国声明保留的条款除外。

第九十一条　本法自 2005 年 4 月 1 日起施行。

中华人民共和国环境噪声污染防治法

（第八届全国人民代表大会常务委员会第二十次会议于 1996 年 10 月 29 日通过，自 1997 年 3 月 1 日起施行）

第一章　总　则

第一条　为防治环境噪声污染，保护和改善生活环境，保障人体健康，促进经济和社会发展，制定本法。

第二条　本法所称环境噪声，是指在工业生产、建筑施工、交通运输和社会生活中所产生的干扰周围生活环境的声音。

本法所称环境噪声污染，是指所产生的环境噪声超过国家规定的环境噪声排放标准，并干扰他人正常生活、工作和学习的现象。

第三条　本法适用于中华人民共和国领域内环境噪声污染的防治。

因从事本职生产、经营工作受到噪声危害的防治，不适用本法。

第四条　国务院和地方各级人民政府应当将环境噪声污染防治工作纳入环境保护规划，并采取有利于声环境保护的经济、技术政策和措施。

第五条　地方各级人民政府在制定城乡建设规划时，应当充分考虑建设项目和区域开发、改造所产生的噪声对周围生活环境的影响，统筹规划，合理安排功能区和建设布局，防止或者减轻环境噪声污染。

第六条　国务院环境保护行政主管部门对全国环境噪声污染防治实施统一监督管理。

县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门对本行政区域内的环境噪声污染防治实施统一监督管理。

各级公安、交通、铁路、民航等主管部门和港务监督机构，根据各自的职责，对交通运输和社会生活噪声污染防治实施监督管理。

第七条　任何单位和个人都有保护声环境的义务，并有权对造成环境噪声污染的单位和个人进行检举和控告。

第八条　国家鼓励、支持环境噪声污染防治的科学研究、技术开发，推广先进的防治技术和普及防治环境噪声污染的科学知识。

第九条　对在环境噪声污染防治方面成绩显著的单位和个人，由人民政府给予奖励。

第二章　环境噪声污染防治的监督管理

第十条　国务院环境保护行政主管部门分别不同的功能区制定国家声环境质量标准。

县级以上地方人民政府根据国家声环境质量标准，划定本行政区域内各类声环境质量标准的适用区域，并进行管理。

第十一条　国务院环境保护行政主管部门根据国家声环境质量标准和国家经济、技术条件，制定国家环境噪声排放标准。

第十二条　城市规划部门在确定建设布局时，应当依据国家声环境质量标准和民用建筑隔声设计规范，合理划定建筑物与交通干线的防噪声距离，并提出相应的规划设计要求。

第十三条　新建、改建、扩建的建设项目，必须遵守国家有关建设项目环境保护管理的规定。

建设项目可能产生环境噪声污染的，建设单位必须提出环境影响报告书，规定环境噪声污染的防治措施，

并按照国家规定的程序报环境保护行政主管部门批准。

环境影响报告书中，应当有该建设项目所在地单位和居民的意见。

第十四条　建设项目的环境噪声污染防治设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

建设项目在投入生产或者使用之前，其环境噪声污染防治设施必须经原审批环境影响报告书的环境保护行政主管部门验收；达不到国家规定要求的，该建设项目不得投入生产或者使用。

第十五条　产生环境噪声污染的企业事业单位，必须保持防治环境噪声污染的设施的正常使用；拆除或者闲置环境噪声污染防治设施的，必须事先报经所在地的县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门批准。

第十六条　产生环境噪声污染的单位，应当采取措施进行治理，并按照国家规定缴纳超标准排污费。

征收的超标准排污费必须用于污染的防治，不得挪作他用。

第十七条　对于在噪声敏感建筑物集中区域内造成严重环境噪声污染的企业事业单位，限期治理。

被限期治理的单位必须按期完成治理任务。限期治理由县级以上人民政府按照国务院规定的权限决定。

对小型企业事业单位的限期治理，可以由县级以上人民政府在国务院规定的权限内授权其环境保护行政主管部门决定。

第十八条　国家对环境噪声污染严重的落后设备实行淘汰制度。

国务院经济综合主管部门应当会同国务院有关部门公布限期禁止生产、禁止销售、禁止进口的环境噪声污染严重的设备名录。

生产者、销售者或者进口者必须在国务院经济综合主管部门会同国务院有关部门规定的期限内分别停止生产、销售或者进口列入前款规定的名录中的设备。

第十九条　在城市范围内从事生产活动确需排放偶发性强烈噪声的，必须事先向当地公安机关提出申请，经批准后方可进行。当地公安机关应当向社会公告。

第二十条　国务院环境保护行政主管部门应当建立环境噪声监测制度，制定监测规范，并会同有关部门组织监测网络。

环境噪声监测机构应当按照国务院环境保护行政主管部门的规定报送环境噪声监测结果。

第二十一条　县级以上人民政府环境保护行政主管部门和其他环境噪声污染防治工作的监督管理部门、机构，有权依据各自的职责对管辖范围内排放环境噪声的单位进行现场检查。被检查的单位必须如实反映情况，并提供必要的资料。检查部门、机构应当为被检查的单位保守技术秘密和业务秘密。

检查人员进行现场检查，应当出示证件。

第三章　工业噪声污染防治

第二十二条　本法所称工业噪声，是指在工业生产活动中使用固定的设备时产生的干扰周围生活环境的声音。

第二十三条　在城市范围内向周围生活环境排放工业噪声的，应当符合国家规定的工业企业厂界环境噪声排放标准。

第二十四条　在工业生产中因使用固定的设备造成环境噪声污染的工业企业，必须按照国务院环境保护行政主管部门的规定，向所在地的县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门申报拥有的造成环境噪声污染的设备的种类、数量以及在正常作业条件下所发出的噪声值和防治环境噪声污染的设施情况，并提供防治噪声污染的技术资料。

造成环境噪声污染的设备的种类、数量、噪声值和防治设施有重大改变的，必须及时申报，并采取应有的防治措施。

第二十五条　产生环境噪声污染的工业企业，应当采取有效措施，减轻噪声对周围生活环境的影响。

第二十六条　国务院有关主管部门对可能产生环境噪声污染的工业设备，应当根据声环境保护的要求和国家的经济、技术条件，逐步在依法制定的产品的国家标准、行业标准中规定噪声限值。

前款规定的工业设备运行时发出的噪声值，应当在有关技术文件中予以注明。

第四章　建筑施工噪声污染防治

第二十七条　本法所称建筑施工噪声，是指在建筑施工过程中产生的干扰周围生活环境的声音。

第二十八条　在城市市区范围内向周围生活环境排放建筑施工噪声的，应当符合国家规定的建筑施工场界环境噪声排放标准。

第二十九条　在城市市区范围内，建筑施工过程中使用机械设备，可能产生环境噪声污染的，施工单位必须在工程开工十五日以前向工程所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门申报该工程的项目名称、施工场所和期限、可能产生的环境噪声值以及所采取的环境噪声污染防治措施的情况。

第三十条　在城市市区噪声敏感建筑物集中区域内，禁止夜间进行产生环境噪声污染的建筑施工作业，但抢修、抢险作业和因生产工艺上要求或者特殊需要必须连续作业的除外。

因特殊需要必须连续作业的，必须有县级以上人民政府或者其有关主管部门的证明。

前款规定的夜间作业，必须公告附近居民。

第五章　交通运输噪声污染防治

第三十一条　本法所称交通运输噪声，是指机动车辆、铁路机车、机动船舶、航空器等交通运输工具在运行时所产生的干扰周围生活环境的声音。

第三十二条　禁止制造、销售或者进口超过规定的噪声限值的汽车。

第三十三条　在城市市区范围内行使的机动车辆的消声器和喇叭必须符合国家规定的要求。机动车辆必须加强维修和保养，保持技术性能良好，防治环境噪声污染。

第三十四条　机动车辆在城市市区范围内行驶，机动船舶在城市市区的内河航道航行，铁路机车驶经或者进入城市市区、疗养区时，必须按照规定使用声响装置。

警车、消防车、工程抢险车、救护车等机动车辆安装、使用警报器，必须符合国务院公安部门的规定；在执行非紧急任务时，禁止使用警报器。

第三十五条　城市人民政府公安机关可以根据本地城市市区区域声环境保护的需要，划定禁止机动车辆行驶和禁止其使用声响装置的路段和时间，并向社会公告。

第三十六条　建设经过已有的噪声敏感建筑物集中区域的高速公路和城市高架、轻轨道路，有可能造成环境噪声污染的，应当设置声屏障或者采取其他有效的控制环境噪声污染的措施。

第三十七条　在已有的城市交通干线的两侧建设噪声敏感建筑物的，建设单位应当按照国家规定间隔一定距离，并采取减轻、避免交通噪声影响的措施。

第三十八条　在车站、铁路编组站、港口、码头、航空港等地指挥作业时使用广播喇叭的，应当控制音量，减轻噪声对周围生活环境的影响。

第三十九条　穿越城市居民区、文教区的铁路，因铁路机车运行造成环境噪声污染的，当地城市人民政府应当组织铁路部门和其他有关部门，制定减轻环境噪声污染的规划。铁路部门和其他有关部门应当按照规划的要求，采取有效措施，减轻环境噪声污染。

第四十条　除起飞、降落或者依法规定的情形以外，民用航空器不得飞越城市市区上空。城市人民政府应当在航空器起飞、降落的净空周围划定限制建设噪声敏感建筑物的区域；在该区域内建设噪声敏感建筑物的，建设单位应当采取减轻、避免航空器运行时产生的噪声影响的措施。民航部门应当采取有效措施，减轻环境噪声污染。

第六章　社会生活噪声污染防治

第四十一条　本法所称社会生活噪声，是指人为活动所产生的除工业噪声、建筑施工噪声和交通运输噪声之外的干扰周围生活环境的声音。

第四十二条　在城市市区噪声敏感建筑物集中区域内，因商业经营活动中使用固定设备造成环境噪声污染的商业企业，必须按照国务院环境保护行政主管部门的规定，向所在地的县级以上地方人民政府环境保

护行政主管部门申报拥有的造成环境噪声污染的设备的状况和防治环境噪声污染的设施的情况。

第四十三条 新建营业性文化娱乐场所的边界噪声必须符合国家规定的环境噪声排放标准;不符合国家规定的环境噪声排放标准的,文化行政主管部门不得核发文化经营许可证,工商行政管理部门不得核发营业执照。

经营中的文化娱乐场所,其经营管理者必须采取有效措施,使其边界噪声不超过国家规定的环境噪声排放标准。

第四十四条 禁止在商业经营活动中使用高音广播喇叭或者采用其他发出高噪声的方法招揽顾客。

在商业经营活动中使用空调器、冷却塔等可能产生环境噪声污染的设备、设施的,其经营管理者应当采取措施,使其边界噪声不超过国家规定的环境噪声排放标准。

第四十五条禁止任何单位、个人在城市市区噪声敏感建设物集中区域内使用高音广播喇叭。

在城市市区街道、广场、公园等公共场所组织娱乐、集会等活动,使用音响器材可能产生干扰周围生活环境的过大音量的,必须遵守当地公安机关的规定。

第四十六条 使用家用电器、乐器或者进行其他家庭室内娱乐活动时,应当控制音量或者采取其他有效措施,避免对周围居民造成环境噪声污染。

第四十七条 在已竣工交付使用的住宅楼进行室内装修活动,应当限制作业时间,并采取其他有效措施,以减轻、避免对周围居民造成环境噪声污染。

第七章 法律责任

第四十八条 违反本法第十四条的规定,建设项目中需要配套建设的环境噪声污染防治设施没有建成或者没有达到国家规定的要求,擅自投入生产或者使用的,由批准该建设项目的环境影响报告书的环境保护行政主管部门责令停止生产或者使用,可以并处罚款。

第四十九条 违反本法规定,拒报或者谎报规定的环境噪声排放申报事项的,县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门可以根据不同情节,给予警告或者处以罚款。

第五十条 违反本法第十五条的规定,未经环境保护行政主管部门批准,擅自拆除或者闲置环境噪声污染防治设施,致使环境噪声排放超过规定标准的,由县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门责令改正,并处罚款。

第五十一条 违反本法第十六条的规定,不按照国家规定缴纳超标准排污费的,县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门可以根据不同情节,给予警告或者处以罚款。

第五十二条 违反本法第十七条的规定,对经限期治理逾期未完成治理任务的企业事业单位,除依照国家规定加收超标准排污费外,可以根据所造成的危害后果处以罚款,或者责令停业、搬迁、关闭。

前款规定的罚款由环境保护行政主管部门决定。责令停业、搬迁、关闭由县级以上人民政府按照国务院规定的权限决定。

第五十三条 违反本法第十八条的规定,生产、销售、进口禁止生产、销售、进口的设备的,由县级以上人民政府经济综合主管部门责令改正;情节严重的,由县级以上人民政府经济综合主管部门提出意见,报请同级人民政府按照国务院规定的权限责令停业、关闭。

第五十四条 违反本法第十九条的规定,未经当地公安机关批准,进行产生偶发性强烈噪声活动的,由公安机关根据不同情节给予警告或者处以罚款。

第五十五条 排放环境噪声的单位违反本法第二十一条的规定,拒绝环境保护行政主管部门或者其他依照本法规定行使环境噪声监督管理权的部门、机构现场检查或者在被检查时弄虚作假的,环境保护行政主管部门或者其他依照本法规定行使环境噪声监督管理权的监督管理部门、机构可以根据不同情节,给予警告或者处以罚款。

第五十六条 建筑施工单位违反本法第三十条第一款的规定,在城市市区噪声敏感建筑的集中区域内,夜间进行禁止进行的产生环境噪声污染的建筑施工作业的,由工程所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门责令改正,可以并处罚款。

第五十七条　违反本法第三十四条的规定，机动车辆不按照规定使用声响装置的，由当地公安机关根据不同情节给予警告或者处以罚款。

机动船舶有前款违法行为的，由港务监督机构根据不同情节给予警告或者处以罚款。

铁路机车有第一款违法行为的，由铁路主管部门对有关责任人员给予行政处分。

第五十八条　违反本法规定，有下列行为之一的，由公安机关给予警告，可以并处罚款：

（一）在城市市区噪声敏感建筑物集中区域内使用高音广播喇叭；

（二）违反当地公安机关的规定，在城市市区街道、广场、公园等公共场所组织娱乐、集会等活动，使用音响器材，产生干扰周围生活环境的过大音量的；

（三）未按本法第四十六条和第四十七条规定采取措施，从家庭室内发出严重干扰周围居民生活的环境噪声的。

第五十九条　违反本法第四十三条第二款、第四十四条第二款的规定，造成环境噪声污染的，由县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门责令改正，可以并处罚款。

第六十条　违反本法第四十四条第一款的规定，造成环境噪声污染的，由公安机关责令改正，可以并处罚款。

省级以上人民政府依法决定由县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门行使前款规定的行政处罚权的，从其决定。

第六十一条　受到环境噪声污染危害的单位和个人，有权要求加害人排除危害；造成损失的，依法赔偿损失。

赔偿责任和赔偿金额的纠纷，可以根据当事人的请求，由环境保护行政主管部门或者其他环境噪声污染防治工作的监督管理部门、机构调解处理；调解不成的，当事人可以向人民法院起诉。当事人也可以直接向人民法院起诉。

第六十二条　环境噪声污染防治监督管理人员滥用职权、玩忽职守、徇私舞弊的，由其所在单位或者上级主管机关给予行政处分；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第八章　附　则

第六十三条　本法中下列用语的含义是：

（一）“噪声排放”是指噪声源向周围生活环境辐射噪声。

（二）“噪声敏感建筑物”是指医院、学校、机关、科研单位、住宅等需要保持安静的建筑物。

（三）“噪声敏感建筑物集中区域”是指医疗区、文教科研区和以机关或者居民住宅为主的区域。

（四）“夜间”是指夜晚二十二点至凌晨六点之间的期间。

（五）“机动车辆”是指汽车和摩托车。

第六十四条　本法自 1997 年 3 月 1 日起施行。1989 年 9 月 26 日国务院发布的《中华人民共和国环境噪声污染防治条例》同时废止。

中华人民共和国放射性污染防治法

（2003 年 6 月 28 日第十届全国人民代表大会常务委员会第三次会议通过，自 2003 年 10 月 1 日起施行）

第一章　总　则

第一条　为了防治放射性污染，保护环境，保障人体健康，促进核能、核技术的开发与和平利用，制定本法。

第二条　本法适用于中华人民共和国领域和管辖的其他海域在核设施选址、建造、运行、退役和核技术、铀(钍)矿、伴生放射性矿开发利用过程中发生的放射性污染的防治活动。

第三条　国家对放射性污染的防治,实行预防为主、防治结合、严格管理、安全第一的方针。

第四条　国家鼓励、支持放射性污染防治的科学研究和技术开发利用,推广先进的放射性污染防治技术。

国家支持开展放射性污染防治的国际交流与合作。

第五条　县级以上人民政府应当将放射性污染防治工作纳人环境保护规划。

县级以上人民政府应当组织开展有针对性的放射性污染防治宣传教育,使公众了解放射性污染防治的有关情况和科学知识。

第六条　任何单位和个人有权对造成放射性污染的行为提出检举和控告。

第七条　在放射性污染防治工作中作出显著成绩的单位和个人,由县级以上人民政府给予奖励。

第八条　国务院环境保护行政主管部门对全国放射性污染防治工作依法实施统一监督管理。

国务院卫生行政部门和其他有关部门依据国务院规定的职责,对有关的放射性污染防治工作依法实施监督管理。

第二章　放射性污染防治的监督管理

第九条　国家放射性污染防治标准由国务院环境保护行政主管部门根据环境安全要求、国家经济技术条件制定。国家放射性污染防治标准由国务院环境保护行政主管部门和国务院标准化行政主管部门联合发布。

第十条　国家建立放射性污染监测制度。国务院环境保护行政主管部门会同国务院其他有关部门组织环境监测网络,对放射性污染实施监测管理。

第十一条　国务院环境保护行政主管部门和国务院其他有关部门,按照职责分工,各负其责,互通信息,密切配合,对核设施、铀(钍)矿开发利用中的放射性污染防治进行监督检查。

县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门和同级其他有关部门,按照职责分工,各负其责,互通信息,密切配合,对本行政区域内核技术利用、伴生放射性矿开发利用中的放射性污染防治进行监督检查。

监督检查人员进行现场检查时,应当出示证件。被检查的单位必须如实反映情况,提供必要的资料。监督检查人员应当为被检查单位保守技术秘密和业务秘密。对涉及国家秘密的单位和部门进行检查时,应当遵守国家有关保守国家秘密的规定,依法办理有关审批手续。

第十二条　核设施营运单位、核技术利用单位、铀(钍)矿和伴生放射性矿开发利用单位,负责本单位放射性污染的防治,接受环境保护行政主管部门和其他有关部门的监督管理,并依法对其造成的放射性污染承担责任。

第十三条　核设施营运单位、核技术利用单位、铀(钍)矿和伴生放射性矿开发利用单位,必须采取安全与防护措施,预防发生可能导致放射性污染的各类事故,避免放射性污染危害。

核设施营运单位、核技术利用单位、铀(钍)矿和伴生放射性矿开发利用单位,应当对其工作人员进行放射性安全教育、培训,采取有效的防护安全措施。

第十四条　国家对从事放射性污染防治的专业人员实行资格管理制度;对从事放射性污染监测工作的机构实行资质管理制度。

第十五条　运输放射性物质和含放射源的射线装置,应当采取有效措施,防止放射性污染。具体办法由国务院规定。

第十六条　放射性物质和射线装置应当设置明显的放射性标识和中文警示说明。生产、销售、使用、贮存、处置放射性物质和射线装置的场所,以及运输放射性物质和含放射源的射线装置的工具,应当设置明显的放射性标志。

第十七条　含有放射性物质的产品,应当符合国家放射性污染防治标准;不符合国家放射性污染防治标准的,不得出厂和销售。

使用伴生放射性矿渣和含有天然放射性物质的石材做建筑和装修材料,应当符合国家建筑材料放射性

核素控制标准。

第三章 核设施的放射性污染防治

第十八条 核设施选址,应当进行科学论证,并按照国家有关规定办理审批手续。在办理核设施选址审批手续前,应当编制环境影响报告书,报国务院环境保护行政主管部门审查批准;未经批准,有关部门不得办理核设施选址批准文件。

第十九条 核设施营运单位在进行核设施建造、装料、运行、退役等活动前,必须按照国务院有关核设施安全监督管理的规定,申请领取核设施建造、运行许可证和办理装料、退役等审批手续。

核设施营运单位领取有关许可证或者批准文件后,方可进行相应的建造、装料、运行、退役等活动。

第二十条 核设施营运单位应当在申请领取核设施建造、运行许可证和办理退役审批手续前编制环境影响报告书,报国务院环境保护行政主管部门审查批准;未经批准,有关部门不得颁发许可证和办理批准文件。

第二十一条 与核设施相配套的放射性污染防治设施,应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

放射性污染防治设施应当与主体工程同时验收;验收合格的,主体工程方可投入生产或者使用。

第二十二条 进口核设施,应当符合国家放射性污染防治标准;没有相应的国家放射性污染防治标准的,采用国务院环境保护行政主管部门指定的国外有关标准。

第二十三条 核动力厂等重要核设施外围地区应当划定规划限制区。规划限制区的划定和管理办法,由国务院规定。

第二十四条 核设施营运单位应当对核设施周围环境中所含的放射性核素的种类、浓度以及核设施流出物中的放射性核素总量实施监测,并定期向国务院环境保护行政主管部门和所在地省、自治区、直辖市人民政府环境保护行政主管部门报告监测结果。

国务院环境保护行政主管部门负责对核动力厂等重要核设施实施监督性监测,并根据需要对其他核设施的流出物实施监测。监督性监测系统的建设、运行和维护费用由财政预算安排。

第二十五条 核设施营运单位应当建立健全安全保卫制度,加强安全保卫工作,并接受公安部门的监督指导。

核设施营运单位应当按照核设施的规模和性质制定核事故场内应急计划,做好应急准备。

出现核事故应急状态时,核设施营运单位必须立即采取有效的应急措施控制事故,并向核设施主管部门和环境保护行政主管部门、卫生行政部门、公安部门以及其他有关部门报告。

第二十六条 国家建立健全核事故应急制度。

核设施主管部门、环境保护行政主管部门、卫生行政部门、公安部门以及其他有关部门,在本级人民政府的组织领导下,按照各自的职责依法做好核事故应急工作。

中国人民解放军和中国人民武装警察部队按照国务院、中央军事委员会的有关规定在核事故应急中实施有效的支援。

第二十七条 核设施营运单位应当制定核设施退役计划。

核设施的退役费用和放射性废物处置费用应当预提,列入投资概算或者生产成本。核设施的退役费用和放射性废物处置费用的提取和管理办法,由国务院财政部门、价格主管部门会同国务院环境保护行政主管部门、核设施主管部门规定。

第四章 核技术利用的放射性污染防治

第二十八条 生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位,应当按照国务院有关放射性同位素与射线装置放射防护的规定申请领取许可证,办理登记手续。

转让、进口放射性同位素和射线装置的单位以及装备有放射性同位素的仪表的单位,应当按照国务院有关放射性同位素与射线装置放射防护的规定办理有关手续。

第二十九条 生产、销售、使用放射性同位素和加速器、中子发生器以及含放射源的射线装置的单位，应当在申请领取许可证前编制环境影响评价文件，报省、自治区、直辖市人民政府环境保护行政主管部门审查批准；未经批准，有关部门不得颁发许可证。

国家建立放射性同位素备案制度。具体办法由国务院规定。

第三十条 新建、改建、扩建放射工作场所的放射防护设施，应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

放射防护设施应当与主体工程同时验收；验收合格的，主体工程方可投入生产或者使用。

第三十一条 放射性同位素应当单独存放，不得与易燃、易爆、腐蚀性物品等一起存放，其贮存场所应当采取有效的防火、防盗、防射线泄漏的安全防护措施，并指定专人负责保管。贮存、领取、使用、归还放射性同位素时，应当进行登记、检查，做到账物相符。

第三十二条 生产、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当按照国务院环境保护行政主管部门的规定对其产生的放射性废物进行收集、包装、贮存。

生产放射源的单位，应当按照国务院环境保护行政主管部门的规定回收和利用废旧放射源；使用放射源的单位，应当按照国务院环境保护行政主管部门的规定将废旧放射源交回生产放射源的单位或者送交专门从事放射性固体废物贮存、处置的单位。

第三十三条 生产、销售、使用、贮存放射源的单位，应当建立健全安全保卫制度，指定专人负责，落实安全责任制，制定必要的事故应急措施。发生放射源丢失、被盗和放射性污染事故时，有关单位和个人必须立即采取应急措施，并向公安部门、卫生行政部门和环境保护行政主管部门报告。

公安部门、卫生行政部门和环境保护行政主管部门接到放射源丢失、被盗和放射性污染事故报告后，应当报告本级人民政府，并按照各自的职责立即组织采取有效措施，防止放射性污染蔓延，减少事故损失。当地人民政府应当及时将有关情况告知公众，并做好事故的调查、处理工作。

第五章 铀(钍)矿和伴生放射性矿开发利用的放射性污染防治

第三十四条 开发利用或者关闭铀(钍)矿的单位，应当在申请领取采矿许可证或者办理退役审批手续前编制环境影响报告书，报国务院环境保护行政主管部门审查批准。

开发利用伴生放射性矿的单位，应当在申请领取采矿许可证前编制环境影响报告书，报省级以上人民政府环境保护行政主管部门审查批准。

第三十五条 与铀(钍)矿和伴生放射性矿开发利用建设项目相配套的放射性污染防治设施，应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

放射性污染防治设施应当与主体工程同时验收；验收合格的，主体工程方可投入生产或者使用。

第三十六条 铀(钍)矿开发利用单位应当对铀(钍)矿的流出物和周围的环境实施监测，并定期向国务院环境保护行政主管部门和所在地省、自治区、直辖市人民政府环境保护行政主管部门报告监测结果。

第三十七条 对铀(钍)矿和伴生放射性矿开发利用过程中产生的尾矿，应当建造尾矿库进行贮存、处置；建造的尾矿库应当符合放射性污染防治的要求。

第三十八条 铀(钍)矿开发利用单位应当制定铀(钍)矿退役计划。铀矿退役费用由国家财政预算安排。

第六章 放射性废物管理

第三十九条 核设施营运单位、核技术利用单位、铀(钍)矿和伴生放射性矿开发利用单位，应当合理选择和利用原材料，采用先进的生产工艺和设备，尽量减少放射性废物的产生量。

第四十条 向环境排放放射性废气、废液，必须符合国家放射性污染防治标准。

第四十一条 产生放射性废气、废液的单位向环境排放符合国家放射性污染防治标准的放射性废气、废液，应当向审批环境影响评价文件的环境保护行政主管部门申请放射性核素排放量，并定期报告排放计量结果。

第四十二条 产生放射性废液的单位，必须按照国家放射性污染防治标准的要求，对不得向环境排放的

放射性废液进行处理或者贮存。

产生放射性废液的单位，向环境排放符合国家放射性污染防治标准的放射性废液，必须采用符合国务院环境保护行政主管部门规定的排放方式。

禁止利用渗井、渗坑、天然裂隙、溶洞或者国家禁止的其他方式排放放射性废液。

第四十三条　低、中水平放射性固体废物在符合国家规定的区域实行近地表处置。

高水平放射性固体废物实行集中的深地质处置。

α放射性固体废物依照前款规定处置。

禁止在内河水域和海洋上处置放射性固体废物。

第四十四条　国务院核设施主管部门会同国务院环境保护行政主管部门根据地质条件和放射性固体废物处置的需要，在环境影响评价的基础上编制放射性固体废物处置场所选址规划，报国务院批准后实施。

有关地方人民政府应当根据放射性固体废物处置场所选址规划，提供放射性固体废物处置场所的建设用地，并采取有效措施支持放射性固体废物的处置。

第四十五条　产生放射性固体废物的单位，应当按照国务院环境保护行政主管部门的规定，对其产生的放射性固体废物进行处理后，送交放射性固体废物处置单位处置，并承担处置费用。

放射性固体废物处置费用收取和使用管理办法，由国务院财政部门、价格主管部门会同国务院环境保护行政主管部门规定。

第四十六条　设立专门从事放射性固体废物贮存、处置的单位，必须经国务院环境保护行政主管部门审查批准，取得许可证。具体办法由国务院规定。

禁止未经许可或者不按照许可的有关规定从事贮存和处置放射性固体废物的活动。

禁止将放射性固体废物提供或者委托给无许可证的单位贮存和处置。

第四十七条　禁止将放射性废物和被放射性污染的物品输入中华人民共和国境内或者经中华人民共和国境内转移。

第七章　法律责任

第四十八条　放射性污染防治监督管理人员违反法律规定，利用职务上的便利收受他人财物、谋取其他利益，或者玩忽职守，有下列行为之一的，依法给予行政处分；构成犯罪的，依法追究刑事责任：

（一）对不符合法定条件的单位颁发许可证和办理批准文件的；

（二）不依法履行监督管理职责的；

（三）发现违法行为不予查处的。

第四十九条　违反本法规定，有下列行为之一的，由县级以上人民政府环境保护行政主管部门或者其他有关部门依据职权责令限期改正，可以处二万元以下罚款：

（一）不按照规定报告有关环境监测结果的；

（二）拒绝环境保护行政主管部门和其他有关部门进行现场检查，或者被检查时不如实反映情况和提供必要资料的。

第五十条　违反本法规定，未编制环境影响评价文件，或者环境影响评价文件未经环境保护行政主管部门批准，擅自进行建造、运行、生产和使用等活动的，由审批环境影响评价文件的环境保护行政主管部门责令停止违法行为，限期补办手续或者恢复原状，并处一万元以上二十万元以下罚款。

第五十一条　违反本法规定，未建造放射性污染防治设施、放射防护设施，或者防治防护设施未经验收合格，主体工程即投入生产或者使用的，由审批环境影响评价文件的环境保护行政主管部门责令停止违法行为，限期改正，并处五万元以上二十万元以下罚款。

第五十二条　违反本法规定，未经许可或者批准，核设施营运单位擅自进行核设施的建造、装料、运行、退役等活动的，由国务院环境保护行政主管部门责令停止违法行为，限期改正，并处二十万元以上五十万元以下罚款；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第五十三条　违反本法规定，生产、销售、使用、转让、进口、贮存放射性同位素和射线装置以及装备有放

射性同位素的仪表的，由县级以上人民政府环境保护行政主管部门或者其他有关部门依据职权责令停止违法行为，限期改正；逾期不改正的，责令停产停业或者吊销许可证；有违法所得的，没收违法所得；违法所得十万元以上的，并处违法所得一倍以上五倍以下罚款；没有违法所得或者违法所得不足十万元的，并处一万元以上十万元以下罚款；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第五十四条 违反本法规定，有下列行为之一的，由县级以上人民政府环境保护行政主管部门责令停止违法行为，限期改正，处以罚款；构成犯罪的，依法追究刑事责任：

（一）未建造尾矿库或者不按照放射性污染防治的要求建造尾矿库，贮存、处置铀（钍）矿和伴生放射性矿的尾矿的；

（二）向环境排放不得排放的放射性废气、废液的；

（三）不按照规定的方式排放放射性废液，利用渗井、渗坑、天然裂隙、溶洞或者国家禁止的其他方式排放放射性废液的；

（四）不按照规定处理或者贮存不得向环境排放的放射性废液的；

（五）将放射性固体废物提供或者委托给无许可证的单位贮存和处置的。

有前款第（一）项、第（二）项、第（三）项、第（五）项行为之一的，处十万元以上二十万元以下罚款；有前款第（四）项行为的，处一万元以上十万元以下罚款。

第五十五条 违反本法规定，有下列行为之一的，由县级以上人民政府环境保护行政主管部门或者其他有关部门依据职权责令限期改正；逾期不改正的，责令停产停业，并处二万元以上十万元以下罚款；构成犯罪的，依法追究刑事责任：

（一）不按照规定设置放射性标识、标志、中文警示说明的；

（二）不按照规定建立健全安全保卫制度和制定事故应急计划或者应急措施的；

（三）不按照规定报告放射源丢失、被盗情况或者放射性污染事故的。

第五十六条 产生放射性固体废物的单位，不按照本法第四十五条的规定对其产生的放射性固体废物进行处置的，由审批该单位立项环境影响评价文件的环境保护行政主管部门责令停止违法行为，限期改正；逾期不改正的，指定有处置能力的单位代为处置，所需费用由产生放射性固体废物的单位承担，可以并处二十万元以下罚款；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第五十七条 违反本法规定，有下列行为之一的，由省级以上人民政府环境保护行政主管部门责令停产停业或者吊销许可证；有违法所得的，没收违法所得；违法所得十万元以上的，并处违法所得一倍以上五倍以下罚款；没有违法所得或者违法所得不足十万元的，并处五万元以上十万元以下罚款；构成犯罪的，依法追究刑事责任：

（一）未经许可，擅自从事贮存和处置放射性固体废物活动的；

（二）不按照许可的有关规定从事贮存和处置放射性固体废物活动的。

第五十八条 向中华人民共和国境内输入放射性废物和被放射性污染的物品，或者经中华人民共和国境内转移放射性废物和被放射性污染的物品的，由海关责令退运该放射性废物和被放射性污染的物品，并处五十万元以上一百万元以下罚款；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第五十九条 因放射性污染造成他人损害的，应当依法承担民事责任。

第八章 附 则

第六十条 军用设施、装备的放射性污染防治，由国务院和军队的有关主管部门依照本法规定的原则和国务院、中央军事委员会规定的职责实施监督管理。

第六十一条 劳动者在职业活动中接触放射性物质造成的职业病的防治，依照《中华人民共和国职业病防治法》的规定执行。

第六十二条 本法中下列用语的含义：

（一）放射性污染，是指由于人类活动造成物料、人体、场所、环境介质表面或者内部出现超过国家标准的放射性物质或者射线。

（二）核设施，是指核动力厂（核电厂、核热电厂、核供汽供热厂等）和其他反应堆（研究堆、实验堆、临界装置等）；核燃料生产、加工、贮存和后处理设施；放射性废物的处理和处置设施等。

（三）核技术利用，是指密封放射源、非密封放射源和射线装置在医疗、工业、农业、地质调查、科学研究和教学等领域中的使用。

（四）放射性同位素，是指某种发生放射性衰变的元素中具有相同原子序数但质量不同的核素。

（五）放射源，是指除研究堆和动力堆核燃料循环范畴的材料以外，永久密封在容器中或者有严密包层并呈固态的放射性材料。

（六）射线装置，是指 X 射线机、加速器、中子发生器以及含放射源的装置。

（七）伴生放射性矿，是指含有较高水平天然放射性核素浓度的非铀矿（如稀土矿和磷酸盐矿等）。

（八）放射性废物，是指含有放射性核素或者被放射性核素污染，其浓度或者比活度大于国家确定的清洁解控水平，预期不再使用的废弃物。

第六十三条　本法自 2003 年 10 月 1 日起施行。

中华人民共和国环境影响评价法

（第九届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议于 2002 年 10 月 28 日通过，自 2003 年 9 月 1 日起施行）

第一章　总则

第一条　为了实施可持续发展战略，预防因规划和建设项目实施后对环境造成不良影响，促进经济、社会和环境的协调发展，制定本法。

第二条　本法所称环境影响评价，是指对规划和建设项目实施后可能造成的环境影响进行分析、预测和评估，提出预防或者减轻不良环境影响的对策和措施，进行跟踪监测的方法与制度。

第三条　编制本法第九条所规定的范围内的规划，在中华人民共和国领域和中华人民共和国管辖的其他海域内建设对环境有影响的项目，应当依照本法进行环境影响评价。

第四条　环境影响评价必须客观、公开、公正，综合考虑规划或者建设项目实施后对各种环境因素及其所构成的生态系统可能造成的影响，为决策提供科学依据。

第五条　国家鼓励有关单位、专家和公众以适当方式参与环境影响评价。

第六条　国家加强环境影响评价的基础数据库和评价指标体系建设，鼓励和支持对环境影响评价的方法、技术规范进行科学研究，建立必要的环境影响评价信息共享制度，提高环境影响评价的科学性。

国务院环境保护行政主管部门应当会同国务院有关部门，组织建立和完善环境影响评价的基础数据库和评价指标体系。

第二章　规划的环境影响评价

第七条　国务院有关部门、设区的市级以上地方人民政府及其有关部门，对其组织编制的土地利用的有关规划，区域、流域、海域的建设、开发利用规划，应当在规划编制过程中组织进行环境影响评价，编写该规划有关环境影响的篇章或者说明。

规划有关环境影响的篇章或者说明，应当对规划实施后可能造成的环境影响作出分析、预测和评估，提出预防或者减轻不良环境影响的对策和措施，作为规划草案的组成部分一并报送规划审批机关。

未编写有关环境影响的篇章或者说明的规划草案，审批机关不予审批。

第八条　国务院有关部门、设区的市级以上地方人民政府及其有关部门，对其组织编制的工业、农业、畜牧业、林业、能源、水利、交通、城市建设、旅游、自然资源开发的有关专项规划（以下简称专项规划），应当在该

专项规划草案上报审批前，组织进行环境影响评价，并向审批该专项规划的机关提出环境影响报告书。

前款所列专项规划中的指导性规划，按照本法第七条的规定进行环境影响评价。

第九条　依照本法第七条、第八条的规定进行环境影响评价的规划的具体范围，由国务院环境保护行政主管部门会同国务院有关部门规定，报国务院批准。

第十条　专项规划的环境影响报告书应当包括下列内容：

（一）实施该规划对环境可能造成影响的分析、预测和评估；

（二）预防或者减轻不良环境影响的对策和措施；

（三）环境影响评价的结论。

第十一条　专项规划的编制机关对可能造成不良环境影响并直接涉及公众环境权益的规划，应当在该规划草案报送审批前，举行论证会、听证会，或者采取其他形式，征求有关单位、专家和公众对环境影响报告书草案的意见。但是，国家规定需要保密的情形除外。

编制机关应当认真考虑有关单位、专家和公众对环境影响报告书草案的意见，并应当在报送审查的环境影响报告书中附具对意见采纳或者不采纳的说明。

第十二条　专项规划的编制机关在报批规划草案时，应当将环境影响报告书一并附送审批机关审查；未附送环境影响报告书的，审批机关不予审批。

第十三条　设区的市级以上人民政府在审批专项规划草案，作出决策前，应当先由人民政府指定的环境保护行政主管部门或者其他部门召集有关部门代表和专家组成审查小组，对环境影响报告书进行审查。审查小组应当提出书面审查意见。

参加前款规定的审查小组的专家，应当从按照国务院环境保护行政主管部门的规定设立的专家库内的相关专业的专家名单中，以随机抽取的方式确定。

由省级以上人民政府有关部门负责审批的专项规划，其环境影响报告书的审查办法，由国务院环境保护行政主管部门会同国务院有关部门制定。

第十四条　设区的市级以上人民政府或者省级以上人民政府有关部门在审批专项规划草案时，应当将环境影响报告书结论以及审查意见作为决策的重要依据。

在审批中未采纳环境影响报告书结论以及审查意见的，应当作出说明，并存档备查。

第十五条　对环境有重大影响的规划实施后，编制机关应当及时组织环境影响的跟踪评价，并将评价结果报告审批机关；发现有明显不良环境影响的，应当及时提出改进措施。

第三章　建设项目的环境影响评价

第十六条　国家根据建设项目对环境的影响程度，对建设项目的环境影响评价实行分类管理。

建设单位应当按照下列规定组织编制环境影响报告书、环境影响报告表或者填报环境影响登记表（以下统称环境影响评价文件）：

（一）可能造成重大环境影响的，应当编制环境影响报告书，对产生的环境影响进行全面评价；

（二）可能造成轻度环境影响的，应当编制环境影响报告表，对产生的环境影响进行分析或者专项评价；

（三）对环境影响很小、不需要进行环境影响评价的，应当填报环境影响登记表。

建设项目的环境影响评价分类管理名录，由国务院环境保护行政主管部门制定并公布。

第十七条　建设项目的环境影响报告书应当包括下列内容：

（一）建设项目概况；

（二）建设项目周围环境现状；

（三）建设项目对环境可能造成影响的分析、预测和评估；

（四）建设项目环境保护措施及其技术、经济论证；

（五）建设项目对环境影响的经济损益分析；

（六）对建设项目实施环境监测的建议；

（七）环境影响评价的结论。

涉及水土保持的建设项目，还必须有经水行政主管部门审查同意的水土保持方案。

环境影响报告表和环境影响登记表的内容和格式，由国务院环境保护行政主管部门制定。

第十八条　建设项目的环境影响评价，应当避免与规划的环境影响评价相重复。

作为一项整体建设项目的规划，按照建设项目进行环境影响评价，不进行规划的环境影响评价。

已经进行了环境影响评价的规划所包含的具体建设项目，其环境影响评价内容建设单位可以简化。

第十九条　接受委托为建设项目环境影响评价提供技术服务的机构，应当经国务院环境保护行政主管部门考核审查合格后，颁发资质证书，按照资质证书规定的等级和评价范围，从事环境影响评价服务，并对评价结论负责。为建设项目环境影响评价提供技术服务的机构的资质条件和管理办法，由国务院环境保护行政主管部门制定。

国务院环境保护行政主管部门对已取得资质证书的为建设项目环境影响评价提供技术服务的机构的名单，应当予以公布。

为建设项目环境影响评价提供技术服务的机构，不得与负责审批建设项目环境影响评价文件的环境保护行政主管部门或者其他有关审批部门存在任何利益关系。

第二十条　环境影响评价文件中的环境影响报告书或者环境影响报告表，应当由具有相应环境影响评价资质的机构编制。

任何单位和个人不得为建设单位指定对其建设项目进行环境影响评价的机构。

第二十一条　除国家规定需要保密的情形外，对环境可能造成重大影响、应当编制环境影响报告书的建设项目，建设单位应当在报批建设项目环境影响报告书前，举行论证会、听证会，或者采取其他形式，征求有关单位、专家和公众的意见。

建设单位报批的环境影响报告书应当附具对有关单位、专家和公众的意见采纳或者不采纳的说明。

第二十二条　建设项目的环境影响评价文件，由建设单位按照国务院的规定报有审批权的环境保护行政主管部门审批；建设项目有行业主管部门的，其环境影响报告书或者环境影响报告表应当经行业主管部门预审后，报有审批权的环境保护行政主管部门审批。

海洋工程建设项目的海洋环境影响报告书的审批，依照《中华人民共和国海洋环境保护法》的规定办理。

审批部门应当自收到环境影响报告书之日起六十日内，收到环境影响报告表之日起三十日内，收到环境影响登记表之日起十五日内，分别作出审批决定并书面通知建设单位。

预审、审核、审批建设项目环境影响评价文件，不得收取任何费用。

第二十三条　国务院环境保护行政主管部门负责审批下列建设项目的环境影响评价文件：

（一）核设施、绝密工程等特殊性质的建设项目；

（二）跨省、自治区、直辖市行政区域的建设项目；

（三）由国务院审批的或者由国务院授权有关部门审批的建设项目。

前款规定以外的建设项目的环境影响评价文件的审批权限，由省、自治区、直辖市人民政府规定。

建设项目可能造成跨行政区域的不良环境影响，有关环境保护行政主管部门对该项目的环境影响评价结论有争议的，其环境影响评价文件由共同的上一级环境保护行政主管部门审批。

第二十四条　建设项目的环境影响评价文件经批准后，建设项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动的，建设单位应当重新报批建设项目的环境影响评价文件。

建设项目的环境影响评价文件自批准之日起超过五年，方决定该项目开工建设的，其环境影响评价文件应当报原审批部门重新审核；原审批部门应当自收到建设项目环境影响评价文件之日起十日内，将审核意见书面通知建设单位。

第二十五条　建设项目的环境影响评价文件未经法律规定的审批部门审查或者审查后未予批准的，该项目审批部门不得批准其建设，建设单位不得开工建设。

第二十六条　建设项目建设过程中，建设单位应当同时实施环境影响报告书、环境影响报告表以及环境影响评价文件审批部门审批意见中提出的环境保护对策措施。

第二十七条　在项目建设、运行过程中产生不符合经审批的环境影响评价文件的情形的，建设单位应当

组织环境影响的后评价，采取改进措施，并报原环境影响评价文件审批部门和建设项目审批部门备案；原环境影响评价文件审批部门也可以责成建设单位进行环境影响的后评价，采取改进措施。

第二十八条　环境保护行政主管部门应当对建设项目投入生产或者使用后所产生的环境影响进行跟踪检查，对造成严重环境污染或者生态破坏的，应当查清原因、查明责任。对属于为建设项目环境影响评价提供技术服务的机构编制不实的环境影响评价文件的，依照本法第三十三条的规定追究其法律责任；属于审批部门工作人员失职、渎职，对依法不应批准的建设项目环境影响评价文件予以批准的，依照本法第三十五条的规定追究其法律责任。

第四章　法律责任

第二十九条　规划编制机关违反本法规定，组织环境影响评价时弄虚作假或者有失职行为，造成环境影响评价严重失实的，对直接负责的主管人员和其他直接责任人员，由上级机关或者监察机关依法给予行政处分。

第三十条　规划审批机关对依法应当编写有关环境影响的篇章或者说明而未编写的规划草案，依法应当附送环境影响报告书而未附送的专项规划草案，违法予以批准的，对直接负责的主管人员和其他直接责任人员，由上级机关或者监察机关依法给予行政处分。

第三十一条　建设单位未依法报批建设项目环境影响评价文件，或者未依照本法第二十四条的规定重新报批或者报请重新审核环境影响评价文件，擅自开工建设的，由有权审批该项目环境影响评价文件的环境保护行政主管部门责令停止建设，限期补办手续；逾期不补办手续的，可以处五万元以上二十万元以下的罚款，对建设单位直接负责的主管人员和其他直接责任人员，依法给予行政处分。

建设项目环境影响评价文件未经批准或者未经原审批部门重新审核同意，建设单位擅自开工建设的，由有权审批该项目环境影响评价文件的环境保护行政主管部门责令停止建设，可以处五万元以上二十万元以下的罚款，对建设单位直接负责的主管人员和其他直接责任人员，依法给予行政处分。

海洋工程建设项目的建设单位有前两款所列违法行为的，依照《中华人民共和国海洋环境保护法》的规定处罚。

第三十二条　建设项目依法应当进行环境影响评价而未评价，或者环境影响评价文件未经依法批准，审批部门擅自批准该项目建设的，对直接负责的主管人员和其他直接责任人员，由上级机关或者监察机关依法给予行政处分；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第三十三条　接受委托为建设项目环境影响评价提供技术服务的机构在环境影响评价工作中不负责任或者弄虚作假，致使环境影响评价文件失实的，由授予环境影响评价资质的环境保护行政主管部门降低其资质等级或者吊销其资质证书，并处所收费用一倍以上三倍以下的罚款；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第三十四条　负责预审、审核、审批建设项目环境影响评价文件的部门在审批中收取费用的，由其上级机关或者监察机关责令退还；情节严重的，对直接负责的主管人员和其他直接责任人员依法给予行政处分。

第三十五条　环境保护行政主管部门或者其他部门的工作人员徇私舞弊，滥用职权，玩忽职守，违法批准建设项目环境影响评价文件的，依法给予行政处分；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第五章　附　则

第三十六条　省、自治区、直辖市人民政府可以根据本地的实际情况，要求对本辖区的县级人民政府编制的规划进行环境影响评价。具体办法由省、自治区、直辖市参照本法第二章的规定制定。

第三十七条　军事设施建设项目的环境影响评价办法，由中央军事委员会依照本法的原则制定。

第三十八条　本法自 2003 年 9 月 1 日起施行。

中华人民共和国清洁生产促进法

（2002年6月29日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过，自2003年1月1日起施行）

第一章　总　则

第一条　为了促进清洁生产，提高资源利用效率，减少和避免污染物的产生，保护和改善环境，保障人体健康，促进经济与社会可持续发展，制定本法。

第二条　本法所称清洁生产，是指不断采取改进设计、使用清洁的能源和原料、采用先进的工艺技术与设备、改善管理、综合利用等措施，从源头削减污染，提高资源利用效率，减少或者避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放，以减轻或者消除对人类健康和环境的危害。

第三条　在中华人民共和国领域内，从事生产和服务活动的单位以及从事相关管理活动的部门依照本法规定，组织、实施清洁生产。

第四条　国家鼓励和促进清洁生产。国务院和县级以上地方人民政府，应当将清洁生产纳入国民经济和社会发展计划以及环境保护、资源利用、产业发展、区域开发等规划。

第五条　国务院经济贸易行政主管部门负责组织、协调全国的清洁生产促进工作。国务院环境保护、计划、科学技术、农业、建设、水利和质量技术监督等行政主管部门，按照各自的职责，负责有关的清洁生产促进工作。

县级以上地方人民政府负责领导本行政区域内的清洁生产促进工作。县级以上地方人民政府经济贸易行政主管部门负责组织、协调本行政区域内的清洁生产促进工作。县级以上地方人民政府环境保护、计划、科学技术、农业、建设、水利和质量技术监督等行政主管部门，按照各自的职责，负责有关的清洁生产促进工作。

第六条　国家鼓励开展有关清洁生产的科学研究、技术开发和国际合作，组织宣传、普及清洁生产知识，推广清洁生产技术。

国家鼓励社会团体和公众参与清洁生产的宣传、教育、推广、实施及监督。

第二章　清洁生产的推行

第七条　国务院应当制定有利于实施清洁生产的财政税收政策。

国务院及其有关行政主管部门和省、自治区、直辖市人民政府，应当制定有利于实施清洁生产的产业政策、技术开发和推广政策。

第八条　县级以上人民政府经济贸易行政主管部门，应当会同环境保护、计划、科学技术、农业、建设、水利等有关行政主管部门制定清洁生产的推行规划。

第九条　县级以上地方人民政府应当合理规划本行政区域的经济布局，调整产业结构，发展循环经济，促进企业在资源和废物综合利用等领域进行合作，实现资源的高效利用和循环使用。

第十条　国务院和省、自治区、直辖市人民政府的经济贸易、环境保护、计划、科学技术、农业等有关行政主管部门，应当组织和支持建立清洁生产信息系统和技术咨询服务体系，向社会提供有关清洁生产方法和技术、可再生利用的废物供求以及清洁生产政策等方面的信息和服务。

第十一条　国务院经济贸易行政主管部门会同国务院有关行政主管部门定期发布清洁生产技术、工艺、设备和产品导向目录。

国务院和省、自治区、直辖市人民政府的经济贸易行政主管部门和环境保护、农业、建设等有关行政主管部门组织编制有关行业或者地区的清洁生产指南和技术手册，指导实施清洁生产。

第十二条　国家对浪费资源和严重污染环境的落后生产技术、工艺、设备和产品实行限期淘汰制度。国务院经济贸易行政主管部门会同国务院有关行政主管部门制定并发布限期淘汰的生产技术、工艺、设备以及

产品的名录。

第十三条 国务院有关行政主管部门可以根据需要批准设立节能、节水、废物再生利用等环境与资源保护方面的产品标志，并按照国家规定制定相应标准。

第十四条 县级以上人民政府科学技术行政主管部门和其他有关行政主管部门，应当指导和支持清洁生产技术和有利于环境与资源保护的产品的研究、开发以及清洁生产技术的示范和推广工作。

第十五条 国务院教育行政主管部门，应当将清洁生产技术和管理课程纳入有关高等教育、职业教育和技术培训体系。

县级以上人民政府有关行政主管部门组织开展清洁生产的宣传和培训，提高国家工作人员、企业经营管理者和公众的清洁生产意识，培养清洁生产管理和技术人员。

新闻出版、广播影视、文化等单位和有关社会团体，应当发挥各自优势做好清洁生产宣传工作。

第十六条 各级人民政府应当优先采购节能、节水、废物再生利用等有利于环境与资源保护的产品。

各级人民政府应当通过宣传、教育等措施，鼓励公众购买和使用节能、节水、废物再生利用等有利于环境与资源保护的产品。

第十七条 省、自治区、直辖市人民政府环境保护行政主管部门，应当加强对清洁生产实施的监督；可以按照促进清洁生产的需要，根据企业污染物的排放情况，在当地主要媒体上定期公布污染物超标排放或者污染物排放总量超过规定限额的污染严重企业的名单，为公众监督企业实施清洁生产提供依据。

第三章 清洁生产的实施

第十八条 新建、改建和扩建项目应当进行环境影响评价，对原料使用、资源消耗、资源综合利用以及污染物产生与处置等进行分析论证，优先采用资源利用率高以及污染物产生量少的清洁生产技术、工艺和设备。

第十九条 企业在进行技术改造过程中，应当采取以下清洁生产措施：

（一）采用无毒、无害或者低毒、低害的原料，替代毒性大、危害严重的原料；

（二）采用资源利用率高、污染物产生量少的工艺和设备，替代资源利用率低、污染物产生量多的工艺和设备；

（三）对生产过程中产生的废物、废水和余热等进行综合利用或者循环使用；

（四）采用能够达到国家或者地方规定的污染物排放标准和污染物排放总量控制指标的污染防治技术。

第二十条 产品和包装物的设计，应当考虑其在生命周期中对人类健康和环境的影响，优先选择无毒、无害、易于降解或者便于回收利用的方案。

企业应当对产品进行合理包装，减少包装材料的过度使用和包装性废物的产生。

第二十一条 生产大型机电设备、机动运输工具以及国务院经济贸易行政主管部门指定的其他产品的企业，应当按照国务院标准化行政主管部门或者其授权机构制定的技术规范，在产品的主体构件上注明材料成分的标准牌号。

第二十二条 农业生产者应当科学地使用化肥、农药、农用薄膜和饲料添加剂，改进种植和养殖技术，实现农产品的优质、无害和农业生产废物的资源化，防止农业环境污染。

禁止将有毒、有害废物用作肥料或者用于造田。

第二十三条 餐饮、娱乐、宾馆等服务性企业，应当采用节能、节水和其他有利于环境保护的技术和设备，减少使用或者不使用浪费资源、污染环境的消费品。

第二十四条 建筑工程应当采用节能、节水等有利于环境与资源保护的建筑设计方案、建筑和装修材料、建筑构配件及设备。

建筑和装修材料必须符合国家标准。禁止生产、销售和使用有毒、有害物质超过国家标准的建筑和装修材料。

第二十五条 矿产资源的勘查、开采，应当采用有利于合理利用资源、保护环境和防止污染的勘查、开采方法和工艺技术，提高资源利用水平。

第二十六条 企业应当在经济技术可行的条件下对生产和服务过程中产生的废物、余热等自行回收利

用或者转让给有条件的其他企业和个人利用。

第二十七条　生产、销售被列入强制回收目录的产品和包装物的企业，必须在产品报废和包装物使用后对该产品和包装物进行回收。强制回收的产品和包装物的目录和具体回收办法，由国务院经济贸易行政主管部门制定。

国家对列入强制回收目录的产品和包装物，实行有利于回收利用的经济措施；县级以上地方人民政府经济贸易行政主管部门应当定期检查强制回收产品和包装物的实施情况，并及时向社会公布检查结果。具体办法由国务院经济贸易行政主管部门制定。

第二十八条　企业应当对生产和服务过程中的资源消耗以及废物的产生情况进行监测，并根据需要对生产和服务实施清洁生产审核。

污染物排放超过国家和地方规定的排放标准或者超过经有关地方人民政府核定的污染物排放总量控制指标的企业，应当实施清洁生产审核。

使用有毒、有害原料进行生产或者在生产中排放有毒、有害物质的企业，应当定期实施清洁生产审核，并将审核结果报告所在地的县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门和经济贸易行政主管部门。

清洁生产审核办法，由国务院经济贸易行政主管部门会同国务院环境保护行政主管部门制定。

第二十九条　企业在污染物排放达到国家和地方规定的排放标准的基础上，可以自愿与有管辖权的经济贸易行政主管部门和环境保护行政主管部门签订进一步节约资源、削减污染物排放量的协议。该经济贸易行政主管部门和环境保护行政主管部门应当在当地主要媒体上公布该企业的名称以及节约资源、防治污染的成果。

第三十条　企业可以根据自愿原则，按照国家有关环境管理体系认证的规定，向国家认证认可监督管理部门授权的认证机构提出认证申请，通过环境管理体系认证，提高清洁生产水平。

第三十一条　根据本法第十七条规定，列入污染严重企业名单的企业，应当按照国务院环境保护行政主管部门的规定公布主要污染物的排放情况，接受公众监督。

第四章　鼓励措施

第三十二条　国家建立清洁生产表彰奖励制度。对在清洁生产工作中做出显著成绩的单位和个人，由人民政府给予表彰和奖励。

第三十三条　对从事清洁生产研究、示范和培训，实施国家清洁生产重点技术改造项目和本法第二十九条规定的自愿削减污染物排放协议中载明的技术改造项目，列入国务院和县级以上地方人民政府同级财政安排的有关技术进步专项资金的扶持范围。

第三十四条　在依照国家规定设立的中小企业发展基金中，应当根据需要安排适当数额用于支持中小企业实施清洁生产。

第三十五条　对利用废物生产产品的和从废物中回收原料的，税务机关按照国家有关规定，减征或者免征增值税。

第三十六条　企业用于清洁生产审核和培训的费用，可以列入企业经营成本。

第五章　法律责任

第三十七条　违反本法第二十一条规定，未标注产品材料的成分或者不如实标注的，由县级以上地方人民政府质量技术监督行政主管部门责令限期改正；拒不改正的，处以五万元以下的罚款。

第三十八条　违反本法第二十四条第二款规定，生产、销售有毒、有害物质超过国家标准的建筑和装修材料的，依照产品质量法和有关民事、刑事法律的规定，追究行政、民事、刑事法律责任。

第三十九条　违反本法第二十七条第一款规定，不履行产品或者包装物回收义务的，由县级以上地方人民政府经济贸易行政主管部门责令限期改正；拒不改正的，处以十万元以下的罚款。

第四十条　违反本法第二十八条第三款规定，不实施清洁生产审核或者虽经审核但不如实报告审核结果的，由县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门责令限期改正；拒不改正的，处以十万元以下的罚款。

第四十一条　违反本法第三十一条规定,不公布或者未按规定要求公布污染物排放情况的,由县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门公布,可以并处十万元以下的罚款。

第六章　附　则

第四十二条　本法自2003年1月1日起施行。

全国生态环境保护纲要

（国务院,2000年12月颁布）

生态环境保护是功在当代、惠及子孙的伟大事业和宏伟工程。坚持不懈地搞好生态环境保护是保证经济社会健康发展,实现中华民族伟大复兴的需要。为全面实施可持续发展战略,落实环境保护基本国策,巩固生态建设成果,努力实现祖国秀美山川的宏伟目标,特制定本纲要。

一、当前全国生态环境保护状况

（一）当前生态环境保护工作取得的成绩和存在的问题

1. 全国生态环境保护取得了一定成绩。改革开放以来,党和政府高度重视环境保护工作,采取了一系列保护和改善生态环境的重大举措,加大了生态环境建设力度,使我国一些地区的生态环境得到了有效保护和改善。主要表现在:植树造林、水土保持、草原建设和国土整治等重点生态工程取得进展;长江、黄河上中游水土保持重点防治工程全面实施;重点地区天然林资源保护和退耕还林还草工程开始启动;建立了一批不同类型的自然保护区、风景名胜区和森林公园;生态农业试点示范、生态示范区建设稳步发展;环境保护法制建设逐步完善。

2. 全国生态环境状况仍面临严峻形势。目前,一些地区生态环境恶化的趋势还没有得到有效遏制,生态环境破坏的范围在扩大,程度在加剧,危害在加重。突出表现在:长江、黄河等大江大河源头的生态环境恶化呈加速趋势,沿江沿河的重要湖泊、湿地日趋萎缩,特别是北方地区的江河断流、湖泊干涸、地下水位下降严重,加剧了洪涝灾害的危害和植被退化、土地沙化;草原地区的超载放牧、过度开垦和樵采,有林地、多林区的乱砍滥伐,致使林草植被遭到破坏,生态功能衰退,水土流失加剧;矿产资源的乱采滥挖,尤其是沿江、沿岸、沿坡的开发不当,导致崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、沉降、海水倒灌等地质灾害频繁发生;全国野生动植物物种丰富区的面积不断减少,珍稀野生动植物栖息地环境恶化,珍贵药用野生植物数量锐减,生物资源总量下降;近岸海域污染严重,海洋渔业资源衰退,珊瑚礁、红树林遭到破坏,海岸侵蚀问题突出。生态环境继续恶化,将严重影响我国经济社会的可持续发展和国家生态环境安全。

（二）当前生态环境恶化的原因

3. 资源不合理开发利用是造成生态环境恶化的主要原因。一些地区环境保护意识不强,重开发轻保护,重建设轻维护,对资源采取掠夺式、粗放型开发利用方式,超过了生态环境承载能力;一些部门和单位监管薄弱,执法不严,管理不力,致使许多生态环境破坏的现象屡禁不止,加剧了生态环境的退化。同时,长期以来对生态环境保护和建设的投入不足,也是造成生态环境恶化的重要原因。切实解决生态环境保护的矛盾与问题,是我们面临的一项长期而艰巨的任务。

二、全国生态环境保护的指导思想、基本原则与目标

（一）全国生态环境保护的指导思想和基本原则

4. 全国生态环境保护的指导思想。高举邓小平理论伟大旗帜,以实施可持续发展战略和促进经济增长方式转变为中心,以改善生态环境质量和维护国家生态环境安全为目标,紧紧围绕重点地区、重点生态环境问题,统一规划,分类指导,分区推进,加强法治,严格监管,坚决打击人为破坏生态环境行为,动员和组织全社会力量,保护和改善自然恢复能力,巩固生态建设成果,努力遏制生态环境恶化的趋势,为实现祖国秀美山川的

宏伟目标打下坚实基础。

5.全国生态环境保护的基本原则。坚持生态环境保护与生态环境建设并举。在加大生态环境建设力度的同时,必须坚持保护优先、预防为主、防治结合,彻底扭转一些地区边建设边破坏的被动局面。

坚持污染防治与生态环境保护并重。应充分考虑区域和流域环境污染与生态环境破坏的相互影响和作用,坚持污染防治与生态环境保护统一规划,同步实施,把城乡污染防治与生态环境保护有机结合起来,努力实现城乡环境保护一体化。

坚持统筹兼顾,综合决策,合理开发。正确处理资源开发与环境保护的关系,坚持在保护中开发,在开发中保护。经济发展必须遵循自然规律,近期与长远统一、局部与全局兼顾。进行资源开发活动必须充分考虑生态环境承载能力,绝不允许以牺牲生态环境为代价,换取眼前的和局部的经济利益。

坚持谁开发谁保护,谁破坏谁恢复,谁使用谁付费制度。要明确生态环境保护的权、责、利,充分运用法律、经济、行政和技术手段保护生态环境。

(二)全国生态环境保护的目标

6.全国生态环境保护目标是通过生态环境保护,遏制生态环境破坏,减轻自然灾害的危害;促进自然资源的合理、科学利用,实现自然生态系统良性循环;维护国家生态环境安全,确保国民经济和社会的可持续发展。

近期目标。到2010年,基本遏制生态环境破坏趋势。建设一批生态功能保护区,力争使长江、黄河等大江大河的源头区,长江、松花江流域和西南、西北地区的重要湖泊、湿地,西北重要的绿洲,水土保持重点预防保护区及重点监督区等重要生态功能区的生态系统和生态功能得到保护与恢复;在切实抓好现有自然保护区建设与管理的同时,抓紧建设一批新的自然保护区,使各类良好自然生态系统及重要物种得到有效保护;建立、健全生态环境保护监管体系,使生态环境保护措施得到有效执行,重点资源开发区的各类开发活动严格按规划进行,生态环境破坏恢复率有较大幅度提高;加强生态示范区和生态农业县建设,全国部分县(市、区)基本实现秀美山川、自然生态系统良性循环。

远期目标。到2030年,全面遏制生态环境恶化的趋势,使重要生态功能区、物种丰富区和重点资源开发区的生态环境得到有效保护,各大水系的一级支流源头区和国家重点保护湿地的生态环境得到改善;部分重要生态系统得到重建与恢复;全国50%的县(市、区)实现秀美山川、自然生态系统良性循环,30%以上的城市达到生态城市和园林城市标准。到2050年,力争全国生态环境得到全面改善,实现城乡环境清洁和自然生态系统良性循环,全国大部分地区实现秀美山川的宏伟目标。

三、全国生态环境保护的主要内容与要求

(一)重要生态功能区的生态环境保护

7.建立生态功能保护区。江河源头区、重要水源涵养区、水土保持的重点预防保护区和重点监督区、江河洪水调蓄区、防风固沙区和重要渔业水域等重要生态功能区,在保持流域、区域生态平衡,减轻自然灾害,确保国家和地区生态环境安全方面具有重要作用。对这些区域的现有植被和自然生态系统应严加保护,通过建立生态功能保护区,实施保护措施,防止生态环境的破坏和生态功能的退化。跨省域和重点流域、重点区域的重要生态功能区,建立国家级生态功能保护区;跨地(市)和县(市)的重要生态功能区,建立省级和地(市)级生态功能保护区。

8.对生态功能保护区采取以下保护措施:停止一切导致生态功能继续退化的开发活动和其他人为破坏活动;停止一切产生严重环境污染的工程项目建设;严格控制人口增长,区内人口已超出承载能力的应采取必要的移民措施;改变粗放生产经营方式,走生态经济型发展道路,对已经破坏的重要生态系统,要结合生态环境建设措施,认真组织重建与恢复,尽快遏制生态环境恶化趋势。

9.各类生态功能保护区的建立,由各级环保部门会同有关部门组成评审委员会评审,报同级政府批准。生态功能保护区的管理以地方政府为主,国家级生态功能保护区可由省级政府委派的机构管理,其中跨省域的由国家统一规划批建后,分省按属地管理;各级政府对生态功能保护区的建设应给予积极扶持;农业、林业、水利、环保、国土资源等有关部门要按照各自的职责加强对生态功能保护区管理、保护与建设的监督。

(二)重点资源开发的生态环境保护

10. 切实加强对水、土地、森林、草原、海洋、矿产等重要自然资源的环境管理，严格资源开发利用中的生态环境保护工作。各类自然资源的开发，必须遵守相关的法律法规，依法履行生态环境影响评价手续；资源开发重点建设项目，应编报水土保持方案，否则一律不得开工建设。

11. 水资源开发利用的生态环境保护。水资源的开发利用要全流域统筹兼顾，生产、生活和生态用水综合平衡，坚持开源与节流并重，节流优先，治污为本，科学开源，综合利用。建立缺水地区高耗水项目管制制度，逐步调整用水紧缺地区的高耗水产业，停止新上高耗水项目，确保流域生态用水。在发生江河断流、湖泊萎缩、地下水超采的流域和地区，应停上新的加重水平衡失调的蓄水、引水和灌溉工程；合理控制地下水开采，做到采补平衡；在地下水严重超采地区，划定地下水禁采区，抓紧清理不合理的抽水设施，防止出现大面积的地下漏斗和地表塌陷。继续加大二氧化硫和酸雨控制力度，合理开发利用和保护大气、水资源；对于擅自围垦的湖泊和填占的河道，要限期退耕还湖还水。通过科学的监测评价和功能区划，规范排污许可证制度和排污口管理制度。严禁向水体倾倒垃圾和建筑、工业废料，进一步加大水污染特别是重点江河湖泊水污染治理力度，加快城市污水处理设施、垃圾集中处理设施建设。加大农业面源污染控制力度，鼓励畜禽粪便资源化，确保养殖废水达标排放，严格控制氮、磷严重超标地区的氮肥、磷肥施用量。

12. 土地资源开发利用的生态环境保护。依据土地利用总体规划，实施土地用途管制制度，明确土地承包者的生态环境保护责任，加强生态用地保护，冻结征用具有重要生态功能的草地、林地、湿地。建设项目确需占用生态用地的，应严格依法报批和补偿，并实行“占一补一”的制度，确保恢复面积不少于占用面积。加强对交通、能源、水利等重大基础设施建设的生态环境保护监管，建设线路和施工场址要科学选比，尽量减少占用林地、草地和耕地，防止水土流失和土地沙化。加强非牧场草地开发利用的生态监管。大江大河上中游陡坡耕地要按照有关规划，有计划、分步骤地实行退耕还林还草，并加强对退耕地的管理，防止复耕。

13. 森林、草原资源开发利用的生态环境保护。对具有重要生态功能的林区、草原，应划为禁垦区、禁伐区或禁牧区，严格管护；已经开发利用的，要退耕退牧，育林育草，使其休养生息。实施天然林保护工程，最大限度地保护和发挥好森林的生态效益；要切实保护好各类水源涵养林、水土保持林、防风固沙林、特种用途林等生态公益林；对毁林、毁草开垦的耕地和造成的废弃地，要按照“谁批准谁负责，谁破坏谁恢复”的原则，限期退耕还林还草。加强森林、草原防火和病虫鼠害防治工作，努力减少林草资源灾害性损失；加大火烧迹地、采伐迹地的封山育林育草力度，加速林区、草原生态环境的恢复和生态功能的提高。大力发展风能、太阳能、生物质能等可再生能源技术，减少樵采对林草植被的破坏。

发展牧业要坚持以草定畜，防止超载过牧。严重超载过牧的，应核定载畜量，限期压减牲畜头数。采取保护和利用相结合的方针，严格实行草场禁牧期、禁牧区和轮牧制度，积极开发秸秆饲料，逐步推行舍饲圈养办法，加快退化草场的恢复。在干旱、半干旱地区要因地制宜调整粮畜生产比重，大力实施种草养畜富民工程。在农牧交错区进行农业开发，不得造成新的草场破坏；发展绿洲农业，不得破坏天然植被。对牧区的已垦草场，应限期退耕还草，恢复植被。

14. 生物物种资源开发利用的生态环境保护。生物物种资源的开发应在保护物种多样性和确保生物安全的前提下进行。依法禁止一切形式的捕杀、采集濒危野生动植物的活动。严厉打击濒危野生动植物的非法贸易。严格限制捕杀、采集和销售益虫、益鸟、益兽。鼓励野生动植物的驯养、繁育。加强野生生物资源开发管理，逐步划定准采区，规范采挖方式，严禁乱采滥挖；严格禁止采集和销售发菜，取缔一切发菜贸易，坚决制止在干旱、半干旱草原滥挖具有重要固沙作用的各类野生药用植物。切实搞好重要鱼类的产卵场、索饵场、越冬场、回游通道和重要水生生物及其生境的保护。加强生物安全管理，建立转基因生物活体及其产品的进出口管理制度和风险评估制度；对引进外来物种必须进行风险评估，加强进口检疫工作，防止国外有害物种进入国内。

15. 海洋和渔业资源开发利用的生态环境保护。海洋和渔业资源开发利用必须按功能区划进行，做到统一规划，合理开发利用。切实加强海岸带的管理，严格围垦造地建港、海岸工程和旅游设施建设的审批，严格保护红树林、珊瑚礁、沿海防护林。加强重点渔场、江河出海口、海湾及其他渔业水域等重要水生资源繁育区的保护，严格渔业资源开发的生态环境保护监管。加大海洋污染防治力度，逐步建立污染物排海总量控制制度，加强对海上油气勘探开发、海洋倾废、船舶排污和港口的环境管理，逐步建立海上重大污染事故应急体系。

16.矿产资源开发利用的生态环境保护。严禁在生态功能保护区、自然保护区、风景名胜区、森林公园内采矿。严禁在崩塌滑坡危险区、泥石流易发区和易导致自然景观破坏的区域采石、采砂、取土。矿产资源开发利用必须严格规划管理，开发应选取有利于生态环境保护的工期、区域和方式，把开发活动对生态环境的破坏减少到最低限度。矿产资源开发必须防止次生地质灾害的发生。在沿江、沿河、沿湖、沿库、沿海地区开采矿产资源，必须落实生态环境保护措施，尽量避免和减少对生态环境的破坏。已造成破坏的，开发者必须限期恢复。已停止采矿或关闭的矿山、坑口，必须及时做好土地复垦。

17.旅游资源开发利用的生态环境保护。旅游资源的开发必须明确环境保护的目标与要求，确保旅游设施建设与自然景观相协调。科学确定旅游区的游客容量，合理设计旅游线路，使旅游基础设施建设与生态环境的承载能力相适应。加强自然景观、景点的保护，限制对重要自然遗迹的旅游开发，从严控制重点风景名胜区的旅游开发，严格管制索道等旅游设施的建设规模与数量，对不符合规划要求建设的设施，要限期拆除。旅游区的污水、烟尘和生活垃圾处理，必须实现达标排放和科学处置。

(三)生态良好地区的生态环境保护

18.生态良好地区特别是物种丰富区是生态环境保护的重点区域，要采取积极的保护措施，保证这些区域的生态系统和生态功能不被破坏。在物种丰富、具有自然生态系统代表性、典型性、未受破坏的地区，应抓紧抢建一批新的自然保护区。要把横断山区、新青藏接壤高原山地、湘黔川鄂边境山地、浙闽赣交界山地、秦巴山地、滇南西双版纳、海南岛和东北大小兴安岭、三江平原等地区列为重点，分期规划建设为各级自然保护区。对西部地区有重要保护价值的物种和生态系统分布区，特别是重要荒漠生态系统和典型荒漠野生动植物分布区，应抢建一批不同类型的自然保护区。

19.重视城市生态环境保护。在城镇化进程中，要切实保护好各类重要生态用地。大中城市要确保一定比例的公共绿地和生态用地，深入开展园林城市创建活动，加强城市公园、绿化带、片林、草坪的建设与保护，大力推广庭院、墙面、屋顶、桥体的绿化和美化。严禁在城区和城镇郊区随意开山填海、开发湿地，禁止随意填占溪、河、渠、塘。继续开展城镇环境综合整治，进一步加快能源结构调整和工业污染源治理，切实加强城镇建设项目和建筑工地的环境管理，积极推进环保模范城市和环境优美城镇创建工作。

20.加大生态示范区和生态农业县建设力度。国家鼓励和支持生态良好地区，在实施可持续发展战略中发挥示范作用。进一步加快县(市)生态示范区和生态农业县建设步伐。在有条件的地区，应努力推动地级和省级生态示范区的建设。

四、全国生态环境保护的对策与措施

(一)加强领导和协调，建立生态环境保护综合决策机制

21.建立和完善生态环境保护责任制。要把地方各级政府对本辖区生态环境质量负责、各部门对本行业和本系统生态环境保护负责的责任制落到实处。明确资源开发单位、法人的生态环境保护责任。实行严格的考核、奖罚制度。对于严格履行职责，在生态环境保护中做出重大贡献的单位和个人，应给予表彰、奖励。对于失职、渎职，造成生态环境破坏的，应依照有关法律法规予以追究。要把生态环境保护和建设规划纳入各级经济和社会发展的长远规划和年度计划，保证各级政府对生态环境保护的投入。建立生态环境保护与建设的审计制度，确保投入与产出的合理性和生态效益、经济效益与社会效益的统一。

22.积极协调和配合，建立行之有效的生态环境保护监管体系。国务院各有关部门要各司其职，密切配合，齐心协力，共同推进全国生态环境保护工作。环保部门要做好综合协调与监督工作，计划、农业、林业、水利、国土资源和建设等部门要加强自然资源开发的规划和管理，做好生态环境保护与恢复治理工作。在国家确定生态环境重点保护与监管区域的基础上，地方各级政府要结合本地实际，确定本辖区的生态环境重点保护与监管区域，形成上下配套的生态环境保护与监管体系。西部地区各级政府和有关部门要把搞好西部地区的生态环境保护和建设放在优先位置，确保国家西部大开发战略的顺利实施。

23.保障生态环境保护的科技支持能力。各级政府要把生态环境保护科学研究纳入科技发展计划，鼓励科技创新，加强农村生态环境保护、生物多样性保护、生态恢复和水土保持等重点生态环境保护领域的技术开发和推广工作。在生态环境保护经费中，应确定一定比例的资金用于生态环境保护的科学研究和技术推广，

推动科研成果的转化，提高生态环境保护的科技含量和水平。建立早期预警制度，加强生态环境恶化趋势的预测预报。

24.建立经济社会发展与生态环境保护综合决策机制。各地要抓紧编制生态功能区划，指导自然资源开发和产业合理布局，推动经济社会与生态环境保护协调、健康发展。制定重大经济技术政策、社会发展规划、经济发展计划时，应依据生态功能区划，充分考虑生态环境影响问题。自然资源的开发和植树种草、水土保持、草原建设等重大生态环境建设项目，必须开展环境影响评价。对可能造成生态环境破坏和不利影响的项目，必须做到生态环境保护和恢复措施与资源开发和建设项目同步设计，同步施工，同步检查验收。对可能造成生态环境严重破坏的，应严格评审，坚决禁止。

（二）加强法制建设，提高全民的生态环境保护意识

25.加强立法和执法，把生态环境保护纳入法治轨道。严格执行环境保护和资源管理的法律、法规，严厉打击破坏生态环境的犯罪行为。抓紧有关生态环境保护与建设法律法规的制定和修改工作，制定生态功能保护区生态环境保护管理条例，健全、完善地方生态环境保护法规和监管制度。

26.认真履行国际公约，广泛开展国际交流与合作。认真履行《生物多样性公约》、《国际湿地公约》、《联合国防治荒漠化公约》、《濒危野生动植物国际贸易公约》和《保护世界文化和自然遗产公约》等国际公约，维护国家生态环境保护的权益，承担与我国发展水平相适应的国际义务，为全球生态环境保护做出贡献。广泛开展国际交流与合作，积极引进国外的资金、技术和管理经验，推动我国生态环境保护的全面发展。

27.加强生态环境保护的宣传教育，不断提高全民的生态环境保护意识。深入开展环境国情、国策教育，分级开展生态环境保护培训，提高生态环境保护与经济社会发展的综合决策能力。重视生态环境保护的基础教育、专业教育，积极搞好社会公众教育。城市动物园、植物园等各类公园，要增加宣传设施，组织特色宣传教育活动，向公众普及生态环境保护知识。进一步加强新闻舆论监督，表扬先进典型，揭露违法行为，完善信访、举报和听证制度，充分调动广大人民群众和民间团体参与生态环境保护的积极性，为实现祖国秀美山川的宏伟目标而努力奋斗。

附录Ⅱ　部分习题参考答案

第三章

16.　2000年国务院《中国21世纪人口与发展》白皮书指出：到2010年，我国人口应控制在14亿人以内，那么，从2000年12月底(12.66亿人)起算，每年人口增长率不能超过多少？按照你计算出来的增长率，到21世纪中叶(2050年)我国人口会达到多少？

解：
$$N_{2010}=N_{2000}e^{rt}=12.66e^{10r}=14.00(\text{亿人})$$
得
$$r=1.006\%,$$
所以每年人口增长率不能超过1.006%。
$$N_{2050}=N_{2000}e^{rt}=12.66e^{50r}=12.66e^{50\times1.006\%}\approx20.94(\text{亿人})$$
如此计算，到21世纪中叶我国人口会达到20.94亿人。

17.　1982年和1987年我国人口分别为10.34亿人和10.71亿人，按这种增长速率计，请问你70岁时，我国人口有多少人？

解：设某同学2005年时年龄为22岁，他70岁时应为2053年。

由
$$10.71=10.34e^{5r},$$
得
$$r=0.70\%$$
$$N_{2053}=N_{1987}e^{rt}〔\text{或 }N_{1987}\mathrm{EXP}(rt)〕$$
$$=10.71e^{66\times0.70\%}=17.00(\text{亿人})$$

18.　1983年，爱尔兰的年人口出生率为1.9%，同年的人口死亡率、居民迁入迁出率分别为0.93%、0.27%和1.15%，当年人口数量为372万人。从2005年开始，爱尔兰的动荡局面得到改善，年人口迁出率比原来降低50%，请计算2005年及2020年爱尔兰的人口数量。

解：人口变化率
$$R_1=(Rb-Rd)+(Ri-Re)$$
$$=(1.9\%-0.93\%)+(0.27\%-1.15\%)$$
$$=0.09\%$$
即，1983年爱尔兰总的人口变化率为0.09%。

所以，到2005年的时候，爱尔兰的人口数量为
$$P_1=372\mathrm{EXP}[0.09\%\times(2005-1990)]$$
$$=372\mathrm{EXP}(0.0135)$$
$$=377(\text{万人})$$
到2005年时，该国的人口迁出率下降50%，即人口迁出率为0.575%。

由此可以知，从2005年开始，爱尔兰的人口变化率为
$$R_2=(1.9\%-0.93\%)+(0.27\%-0.575\%)=0.665\%$$
所以，到2020年的时候，爱尔兰的人口数量为
$$P_2=P_1\mathrm{EXP}(R_2\times t)$$

$=377\text{EXP}[0.665\%\times(2020-2015)]$
$=377\text{EXP}(0.099\ 75)$
$=416.5$(万人)

19. 已知1990年中国及美国的人口数量、GDP及占全球二氧化碳排放的百分比如下表所示：

国家	人口数量(10^6 人)	GDP(10^6 美元)	二氧化碳排放量百分比(%)
中国	1 134	419 500	9.12
美国	250	5 200 800	17.81

(1)试计算1990年两个国家的单位GDP二氧化碳排放量。1990年全球的二氧化碳排放当量为 13.15×10^9 t。
(2)下表为到2010年及2025年两国的人口、GDP增长率及单位GDP二氧化碳排放量下降率，试计算两国2010年和2025年的单位GDP二氧化碳排放量。

国家	2010人口(10^6 人)	2025人口(10^6 人)	GDP增长率(%/a)		单位GDP排放量下降率(%/a)
			1990—2010年	2010—2025年	
中国	1 290	1 600	5.5	4.0	1.0
美国	270	307	2.4	1.7	0.7

解：(1)1990年两个国家的单位GDP二氧化碳排放量如下

中国：$13.15\times10^9\times9.12\%/419\ 500\times10^6=2.86\times10^{-3}$(t/美元)

美国：$13.15\times10^9\times17.81\%/5\ 200\ 800\times10^6=0.45\times10^{-3}$(t/美元)

(2)两国2010年和2025年的单位GDP二氧化碳排放量

①中国：2010年　$GDP_{2010}=GDP_{1990}\times(1+r)^n$
$=419\ 500\times10^6\times(1+5.5\%)^{2010-1990}$
$=1\ 223\ 999.3\times10^6$(美元)

2010年单位GDP二氧化碳排放量$=2.86\times10^{-3}\times(1-1.0\%)^{2010-1990}$
$=2.34\times10^{-3}$(t/美元)

2010年二氧化碳排放量$=GDP_{2010}\times$单位GDP二氧化碳排放量
$=1\ 223\ 999.3\times10^6$ 美元$\times2.34\times10^{-3}$ t/美元
$=2.86\times10^9$ t

2025年 $GDP_{2025}=GDP_{2010}\times(1+4.0\%)^{2050-2010}=2\ 204\ 353\times10^6$(美元)

2025年单位GDP二氧化碳排放量$=2.86\times10^{-3}$(t/美元)$\times(1-1.0\%)^{2025-1990}$

2025年二氧化碳排放量$=GDP_{2025}\times$单位GDP二氧化碳排放量
$=GDP_{2010}\times(1+4.0\%)^{2025-2010}\times2.86\times10^{-3}\times(1-1.0\%)^{2025-1990}$
$=4.43\times10^9$(t)

②美国：

2010年　$GDP_{2010}=GDP_{1990}\times(1+r)^n$
$=5\ 200\ 800\times10^6\times(1+2.4\%)^{2010-1990}$
$=8\ 357\ 363.4\times10^6$(美元)

2010 年单位 GDP 二氧化碳排放量 $=0.45\times10^{-3}\times(1-0.7\%)^{2010-1990}$

$=3.91\times10^{-4}$(t/美元)

2010 年二氧化碳排放量 $=\mathrm{GDP}_{2010}\times$ 单位 GDP 二氧化碳排放量

$=8\ 357\ 363.4\times10^{6}$ 美元 $\times3.91\times10^{-4}$ t/美元

$=3.26\times10^{9}$ t

2025 年 $\mathrm{GDP}_{2025}=\mathrm{GDP}_{2010}\times(1+1.7\%)^{2025-2010}$

2025 年单位 GDP 二氧化碳排放量 $=0.45\times10^{-3}$(t/美元)$\times(1-0.7\%)^{2025-1990}$

2025 年二氧化碳排放量 $=\mathrm{GDP}_{2025}\times$ 单位 GDP 二氧化碳排放量

$=\mathrm{GDP}_{2010}\times(1+1.7\%)^{2025-2010}\times4.50\times10^{-4}\times(1-0.7\%)^{2025-1990}$

$=3.77\times10^{9}$(t)

第五章

54. 2001 年 4 月 2 日，某市自动监测系统测得该市各项污染物日均浓度分别为 SO_2：0.058 mg/m³、NO_2：0.095 mg/m³、PM_{10}：0.533 mg/m³。问当天该市污染指数为多少？

解：当某种污染物浓度 $C_n<C_i<C_{n+1}$ 时，其分指数

$$I_i=\frac{C_i-C_n}{C_{n+1}-C_n}\times(I_{n+1}-I_n)+I_n。$$

①计算分指数：

$$I_{SO_2}=\frac{0.058-0.05}{0.15-0.05}\times(100-50)+50=54;$$

$$I_{NO_2}=\frac{0.095-0.08}{0.12-0.08}\times(100-50)+50=69;$$

$$I_{PM_{10}}=\frac{0.533-0.5}{0.6-0.5}\times(500-400)+400=433.$$

②求最大值：

$$\mathrm{Max}(I_{SO_2},I_{NO_2},I_{PM_2})=\mathrm{Max}(54,69,433)=433.$$

则当天该市污染指数(API)为 433，空气重度污染，首要污染物为 PM_{10}。

55. 某建筑物的钢筋材料在噪声超过 3 微巴时，就会产生"声疲劳"，试计算其所处的噪声环境不能超过多少分贝？(基准声压为 2×10^{-5} 帕)

解：3 微巴 = 0.3 帕

$$\begin{aligned}Lp&=20\ \lg(P/P_0)\\&=20\ \lg\ (0.3/2\times10^{-5})\\&=83.5(\mathrm{dB})\end{aligned}$$

所以其所处的噪声环境不能超过 83.5 分贝。

56. 计算 84、87、90、95、96、91、85、79 八个分贝值相加，及其噪声级平均值。

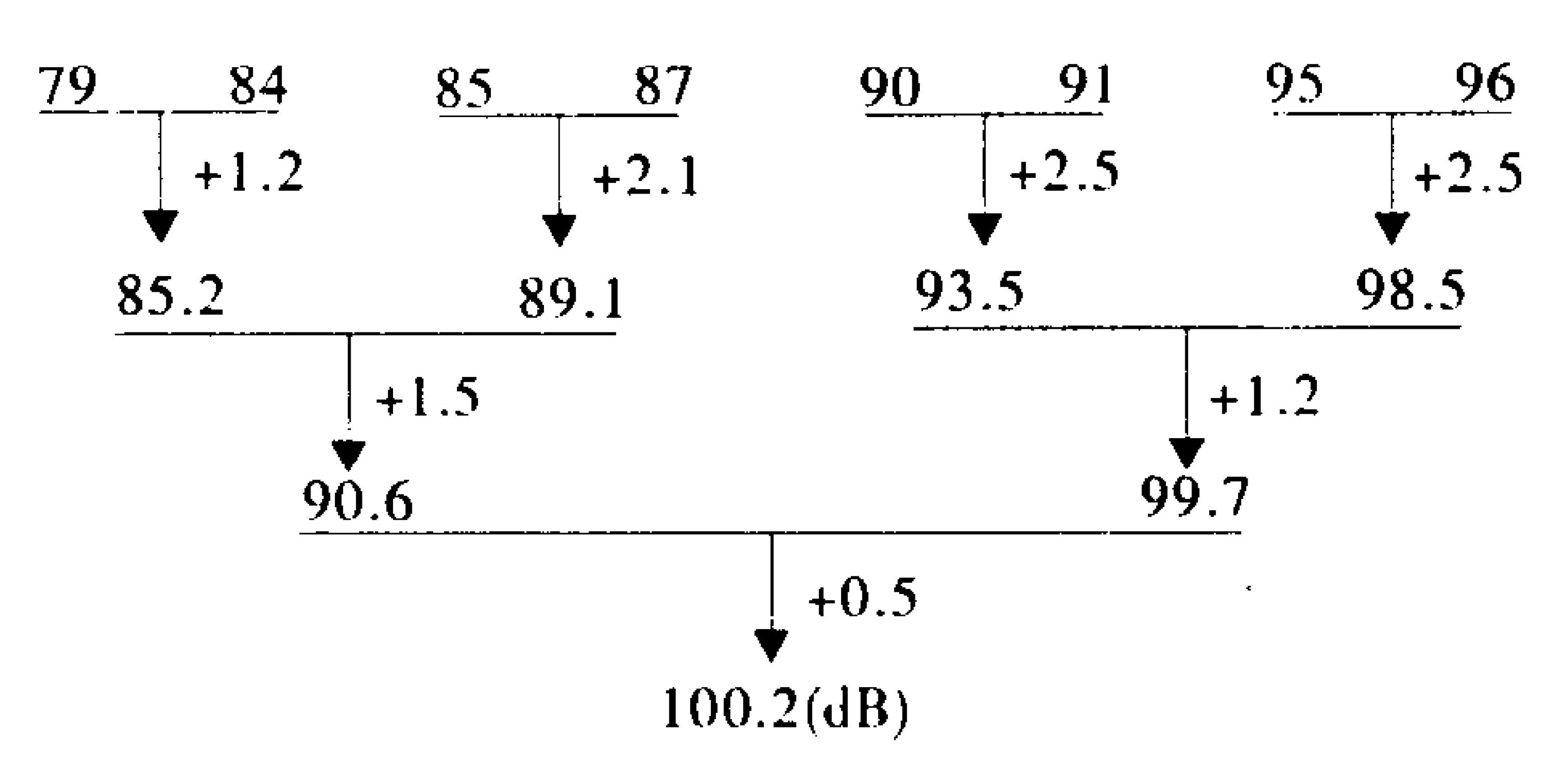
解：(1)噪声和

$$\begin{aligned}Leq&=10\lg\sum_{i=1}^{n}10^{0.1Li}\\&=10\lg(10^{8.4}+10^{8.7}+10^{9}+10^{9.5}+10^{9.6}+10^{9.1}+10^{8.5}+10^{7.9})\end{aligned}$$

$=100.2(dB)$

也可用查表法：

先从小到大顺序排列为79、84、85、87、90、91、95、96，再两两组合相加。



计算结果是相同的。

(2)噪声级平均值

$$Lm=10\lg(1/n)\sum_{i=1}^{n}10^{0.1Li}-10\lg n$$
$$=100.2-10\lg 8=91.2(dB)$$

57. 一点声源5 m处测得噪声100 dB，问多远处才能达60 dB?

解：
$$\Delta L=100\ dB-60\ dB=40\ dB,$$
代入得
$$40=20\lg(r_2/5\ m)$$
$$r_2=500\ m$$
即距离点声源500 m的地方噪声才能达到60 dB。

58. 一机器房产生的噪声在2 m处测得噪声80 dB，距机器房40 m处有一民宅；离民宅80 m处又有一抽水泵，水泵外5 m处的噪声为82 dB。问民宅的噪声为多少dB?

解：①机器房产生的噪声在民宅处衰减了
$$\Delta L_1=20\lg(40\ m/2\ m)=26(dB),$$
则机器房在民宅处产生的噪声为
$$L_1=80\ dB-26\ dB=54\ dB$$
②抽水泵产生的噪声在民宅处衰减了
$$\Delta L_2=20\lg(80\ m/5\ m)=24\ dB,$$
则抽水泵在民宅处产生的噪声为
$$L_2=82\ dB-24\ dB=58\ dB$$
因为 $L_1<L_2$ 且声压级差为 $58-54=4(dB)$，查表得
$$\Delta L=1.5\ dB$$
故民宅处的噪声 $L_{1+2}=\Delta L+L_2=58+1.5=59.5(dB)$

第八章

24. 一年投射到地球的太阳能为 5.14×10^{21} kJ，试计算一天投射到地球的太阳能相当于多

少吨标准煤？(1 标煤$=29.26\times10^{6}$ kJ/t)

解：一年为 365 天，则一天投射到地球的太阳能为

$$5.14\times10^{21}/365=14.08\times10^{18}(\text{kJ})$$

相当于 $14.08\times10^{18}/29.26\times10^{6}=4.81\times10^{11}$(吨标准煤)

25. 如石油的总储量还有 4 310 亿吨标煤，现年消耗为 20 亿吨石油，年消耗增长率为 14%，问地球的石油可用多少年？(1 吨石油相当于 1.43 吨标煤)

解：①石油的总储量有 4 310/1.43=3 014(亿吨)

根据计算能源使用年数的公式：

$$T=(1/r)\ \ln(rR/P+1)$$

T——现有能源储量可以维持的年数，

R——储量 3 014 亿吨，

P——现在的年消耗量 20 亿吨，

r——年平均耗用增长率 14%。

石油可用

$$\begin{aligned} T &=(1/\mathrm{r})\ \ln(rR/P+1) \\ &=(1/0.14)\ \ln(0.14\times3\,014/20+1) \\ &\approx22(\text{年}) \end{aligned}$$

附录Ⅲ　每年有关环保和人体健康等方面的纪念日

2月2日	世界湿地日
2月10日	国际气象节
3月3日	爱耳日
3月8日	联合国妇女权益和国际和平日
3月12日	植树节
3月21日	世界森林日
3月21日	世界睡眠日
3月21日	国际消除种族歧视日
3月22日起一周	中国水周
3月22日	世界水日
3月23日	世界气象日
3月24日	世界防治结核病日
3月25日起一周	爱鸟周
4月7日	世界卫生日
4月22日	世界地球日
4月22日前后	鹭岛关爱日(厦门)
5月3日	世界新闻自由日
5月5日	全国碘缺乏病日
5月8日	世界红十字日
5月12日	国际护士节
5月15日	国际家庭日
5月17日	世界电信日
5月18日	国际博物馆日
5月19日	全国助残日
5月20日	世界计量日
5月20日	全国学生营养日
5月22日	国际生物多样性日
5月23日	国际牛奶日
5月25日	全国大学生日
5月31日	世界无烟日
6月4日	受侵略戕害无辜儿童国际日
6月5日	世界环境日
6月6日	爱眼日
6月14日	世界献血者日
6月17日	世界防治沙漠化和干旱日
6月23日	国际奥林匹克日
6月25日	全国土地日
6月26日	国际禁毒日

7 月 4 日	国际合作日
7 月 11 日	世界人口日
7 月 11 日	中国航海日
7 月 18 日	世界海洋日
8 月 9 日	世界土著居民国际日
8 月 29 日	中国测绘法宣传日
9 月 8 日	国际扫盲日
9 月 16 日	国际保护臭氧层日
9 月 20 日	全国爱牙日
9 月 21 日	国际和平日
9 月 22 日	国际聋人节
9 月 25 日	婚前医学检查宣传日
9 月 27 日	世界旅游日
9 月的第 3 个周末(周五至周日)	"使世界清洁起来"
10 月 1 日	国际老年人日
10 月第一个星期一	世界人居日(国际住房日)
10 月第一个星期三	国际减轻自然灾害日
10 月 4 日	世界动物日
10 月 5 日	世界教师日
10 月 8 日	世界视觉日
10 月 8 日	全国高血压日
10 月 9 日	世界邮政日
10 月 10 日	世界精神卫生日
10 月的第二个星期三	国际减灾日
10 月 14 日	世界标准日
10 月 15 日	国际盲人节
10 月 15 日	无车日(我国成都市首先发起)
10 月 16 日	世界粮食日
10 月 17 日	世界消除贫困日
10 月 22 日	世界传统医药日
10 月 24 日	联合国日
10 月 24 日	世界发展新闻日
10 月 26 日	市环卫工人日(厦门)
10 月 28 日	男性健康日
11 月 9 日	消防宣传日
11 月 11 日	"光棍节"(提醒人们注意维护人口性别比例的自然协调)
11 月 14 日	世界糖尿病日
11 月 16 日	国际宽容日
11 月 17 日	国际大学生节
11 月 19 日	世界厕所日

11月20日	世界儿童日、非洲工业日
11月21日	世界电视日
11月29日	国际声援巴勒斯坦人民日
12月1日	世界艾滋病日
12月1日	中国测绘日
12月2日	奴隶制废除国际日
12月3日	世界残疾人日
12月4日	全国法制宣传日
12月5日	促进经济和社会发展自愿人员国际日
12月7日	国际民航日
12月10日	国际人权日

附录Ⅳ 历年世界环境日主题

1974 年 只有一个地球 Only One Earth
1975 年 人类居住 Human Settlements
1976 年 水:生命的重要源泉 Water: Vital Resource for Life
1977 年 关注臭氧层破坏、水土流失、土壤退化和滥伐森林 Ozone Layer Environmental Concern; Lands Loss and Soil Degradation; Firewood
1978 年 没有破坏的发展 Development Without Destruction
1979 年 为了儿童的未来——没有破坏的发展 Only One Future for Our Children—Development Without Destruction
1980 年 新的十年,新的挑战——没有破坏的发展 A New Challenge for the New Decade: Development Without Destruction
1981 年 保护地下水和人类食物链,防治有毒化学品污染 Ground Water; Toxic Chemicals in Human Food Chains and Environmental Economics
1982 年 纪念斯德哥尔摩人类环境会议十周年——提高环境意识 Ten Years After Stockholm (Renewal of Environmental Concerns)
1983 年 管理和处置有害废弃物,防治酸雨破坏和提高能源利用率 Managing and Disposing Hazardous Waste: Acid Rain and Energy
1984 年 沙漠化 Desertification
1985 年 青年·人口·环境 Youth, Population and the Environment
1986 年 环境与和平 A Tree for Peace
1987 年 环境与居住 Environment and Shelter: More Than A Roof
1988 年 保护环境、持续发展、公众参与 When People Put the Environment First, Development Will Last
1989 年 警惕,全球变暖 Global Warming; Global Warning
1990 年 儿童与环境 Children and the Environment
1991 年 气候变化——需要全球合作 Climate Change, Need for Global Partnership
1992 年 只有一个地球——关心与共享 Only One Earth, Care and Share
1993 年 贫穷与环境——摆脱恶性循环 Poverty and the Environment—Breaking the Vicious Circle
1994 年 一个地球,一个家庭 One Earth, One Family
1995 年 各国人民联合起来,创造更加美好的世界 We the Peoples: United for the Global Environment
1996 年 我们的地球、居住地、国家 Our Earth, Our Habitat, Our Home
1997 年 为了地球上的生命 For Life on Earth
1998 年 为了地球上的生命,拯救我们的海洋 For Life on Earth—Save Our Seas
1999 年 拯救地球就是拯救未来 Our Earth—Our Future—Just Save It!
2000 年 环境千年,让我们行动起来吧 2000 The Environment Millennium—Time to Act
2001 年 世间万物,生命之网 Connect with the World Wide Web of life

2002 年　让地球充满生机 Give Earth a Chance

2003 年　水——20 亿人生命之所系 Water－Two Billion People are Dying for It!

2004 年　海洋存亡,匹夫有责 Wanted! Seas and Oceans——Dead or Alive

2005 年　营造绿色城市,呵护地球家园 Green Cities, Plan for the Planet

主要参考文献

钱易，唐孝炎．2000．环境保护与可持续发展（第一版）．北京：高等教育出版社

Eldon D. Enger，Bradley F. Smith．1994．环境科学：交叉关系学科（第七版）．大学环境教育丛书（影印版）．2002．北京：清华大学出版社

B. J. 内贝尔．1981．环境科学：世界存在与发展的途径．范淑琴，张国金，梁淑文，陈培林 1987 年译．北京：科学出版社

J. M. 莫兰，M. D. 摩根，J. H. 威斯麦．1979．环境科学导论．北京环保局 1986 译．北京：海洋出版社

何强，井文涌，王翊亭．1994．环境学导论（第二版）．北京：清华大学出版社

何强，井文涌，王翊亭．2004．环境学导论（第三版）．北京：清华大学出版社

樊芷芸，黎松强．2004．环境学概论（第二版）．北京：中国纺织出版社

盛连喜，曾宝强，刘静玲，冯江．2002．现代环境科学导论．北京：化学工业出版社

李爱贞．2001．生态环境保护概论．北京：气象出版社

金鉴明，王礼嫱，薛达元．1991．自然保护概论．北京：中国环境科学出版社

刘培桐，薛纪渝，王华东．1995．环境学概论（第二版）．北京：高等教育出版社

曲格平．1984．环境科学基础知识．北京：中国环境科学出版社

G. M. 马斯特斯．1974．环境科学技术导论．程俊人 1982 年译．北京：科学出版社

曲格平．1999．环境保护知识读本．北京：红旗出版社

朱正威，李文鼎，赵学漱，翟立原，秘际韩，王存志，姜象鲤，沈白榆．1991．环境教育教师指导书．北京：教育科学出版社

刘静玲．2001．人口、资源与环境．北京：化学工业出版社

宋建军，张庆杰，王海峰．2001．环境、资源与人口．北京：中国环境科学出版社

国家自然科学基金委员会．1998．全球变化：中国面临的机遇和挑战．北京：高等教育出版社；德国：施普林格出版社

韩国刚．1989．救救中国：环境发出的黄牌警告．北京：求实出版社；沈阳：沈阳出版社

吴德生，屈卫东，蒋颂辉．2000．环境与健康．北京：中国环境科学出版社

温刚，严中伟，叶笃正．1997．全球环境变化：我国未来（20—50 年）生存环境变化趋势的预测及研究．湖南：湖南科学技术出版社

关伯仁主编：环境科学基础教程．北京：中国环境科学出版社，1995 年 8 月第一版

左玉辉主编：环境学．北京：高等教育出版社，2002 年第一版

刘君卓等．居住环境和公共场所有害因素及其防治．北京：化学工业出版社

刘勇建等. 室内空气中多环芳烃的源及贡献率,环境科学 2001,22(6):39～43
滕恩江等. 室内燃煤取暖与烟雾程度对呼吸健康的影响研究,中国环境监测,2001 特刊:28～32
谷雪兰. 室内装修材料对居室空气污染的探讨,环境与健康杂志,1992,9(2):73～75
陈宇炼. 烹调油烟的毒性研究进展,环境与健康杂志,1999,16(2):120～121
郑师章,吴千红,王海波,陶芸. 1994. 普通生态学:原理、方法和应用. 上海:复旦大学出版社
孙儒泳,李博,诸葛阳,尚玉昌. 1993. 普通生态学. 北京:高等教育出版社
Mark B. Bush. 2003. 生态学:关于变化中的地球(第三版)大学环境教育丛书(影印版). 2003. 北京:清华大学出版社
孙儒泳,李庆芬,牛翠娟,娄安如. 2002. 基础生态学. 北京:高等教育出版社
Aulay Mackenzie, Audy S. Ball, Sonia R. Virdee. 1998. 现代生物学精要速览:生态学(中文版). Aulay Mackenzie, Audy S. Ball, Sonia R. Virdee. 1998. 现代生物学精要速览:生态学(影印版). 1999. 北京:科学出版社
孙儒泳,李庆芬,牛翠娟,娄安如 2000 年译. 北京:科学出版社
李振基,陈小磷,郑海雷. 2004. 生态学(第二版). 北京:科学出版社
广东省生态学会,暨南大学主办. 生态科学
J. L. Chapman, M. J. Reiss. 1999. 生态学:原理与应用(第二版). 国外大学生物学优秀教材(影印版). 2001. 北京:清华大学出版社
肖笃宁,李秀珍,高峻,常禹,李团胜. 2003. 景观生态学. 北京:科学出版社
盛连喜,冯江,王娓. 2002. 环境生态学导论. 北京:高等教育出版社
杨士弘. 1996. 城市生态环境学. 北京:科学出版社
黄光宇,陈勇. 2002. 生态城市理论与规划设计方法. 北京:科学出版社
沈清基. 1998. 城市生态与城市环境. 上海:同济大学出版社
聂梅生,秦佑国,江亿,宋序彤. 2001. 中国生态住宅技术评估手册. 北京:中国建筑工业出版社
吴人坚,陈立民. 2001. 国际大都市的生态环境. 上海:华东理工大学出版社
吴人坚,王祥荣,戴流芳. 2000. 生态城市建设的原理和途径:兼析上海市的现状和发展. 上海:复旦大学出版社
T. E. Graedel, B. R. Allenby. 2003. 产业生态学(第二版). 施涵译. 北京:清华大学出版社
云正明. 2002. 农村庭院生态工程. 北京:化学工业出版社
席运官,钦佩. 2002. 有机农业生态工程. 北京:化学工业出版社
钦佩,周春霖,安树青,尹金来. 2002. 海滨盐土农业生态工程. 北京:化学工业出版社
钦佩,安树青,颜京松. 1998. 生态工程学. 南京:南京大学出版社
杨京平,卢剑波. 2002. 生态安全的系统分析. 北京:化学工业出版社
杨京平,卢剑波. 2002. 生态恢复工程技术. 北京:化学工业出版社
彭少麟. 2003. 热带亚热带恢复生态学研究与实践. 北京:科学出版社
任海,彭少麟. 2001. 恢复生态学导论. 北京:科学出版社
严力蛟,鲍毅新,钱建东. 1997. 生态研究与探索. 北京:中国环境科学出版社
何池全. 2003. 湿地植物生态过程理论及其应用:三江平原典型湿地研究. 上海:上海科学技术

出版社
Samuel C. Snedaker, Jane G. Snedaker, 1983. 红树林生态系统研究方法. 郑德璋, 郑松发, 廖宝文 1994 年译. 广州: 广东科技出版社
钟章成. 2000. 植物种群生态适应机理研究. 北京: 科学出版社
钟贻诚, 李玉和, 张銮光. 1990. 简明生物学. 天津: 南开大学出版社
W. 拉夏埃尔. 1975. 植物生理生态学. 李博, 张陆德, 岳绍先, 孙鸿良 1980 年译. 北京: 科学出版社
中国植物学会, 中国科学院植物研究所主办. 植物生态学报. 北京: 科学出版社
中国生态学会主编. 1989. 生态学与社会经济发展. 长沙: 湖南科学技术出版社
国家环境保护局主持,《中国生物多样性国情研究报告》编写组. 1997. 中国生物多样性国情研究报告. 北京: 中国环境科学出版社
J. A. 麦克尼利, K. R. 米勒, W. V. 瑞德, R. A. 米特迈尔, T. B. 维纳. 1990. 保护世界的生物多样性. 薛达元, 王礼嫱, 周泽江, 郑允文 1991 年译. 北京: 中国环境科学出版社
张维平. 2000. 保护生物多样性. 北京: 中国环境科学出版社
王献溥, 金鉴明, 王礼嫱, 杨继盛. 1989. 自然保护区的理论与实践. 北京: 中国环境科学出版社
徐汝梅. 2003. 生物入侵: 数据集成、数量分析与预警. 北京: 科学出版社
徐海根, 王健民, 强胜, 王长永. 2004.《生物多样性公约》热点研究: 外来物种入侵·生物安全·遗传资源. 北京: 科学出版社
朱守一. 1999. 生物安全与防止污染. 北京: 化学工业出版社
李振宇, 解焱. 2002. 中国外来入侵种. 北京: 中国林业出版社
殷浩文. 2001. 生态风险评价. 上海: 华东理工大学出版社
林昌善, 吴聿明. 1989. 环境生物学. 北京: 中国环境科学出版社
孔繁翔, 尹大强, 尹国安. 2000. 环境生物学. 北京: 高等教育出版社
雄治廷. 2000. 环境生物学. 武汉: 武汉大学出版社
张景来, 王剑波, 常冠钦, 刘平. 2002. 环境生物技术及应用. 北京: 化学工业出版社
陈坚. 1999. 环境生物技术. 北京: 中国轻工业出版社
张志杰. 1990. 环境生物监测. 北京: 冶金工业出版社
张志杰. 1982. 环境保护生物学. 北京: 冶金工业出版社
黄宗国, 林金美. 1994. 海洋生物学辞典. 北京: 海洋出版社
黄宗国. 1994. 中国海洋生物种类与分布. 北京: 海洋出版社
钟贻诚, 李玉和, 张銮光. 1990. 简明生物学. 天津: 南开大学出版社
S. A. 巴登. 1982. 海洋污染和海洋生物资源. 吴瑜端, 王隆发, 蔡阿根, 张珞平 1991 年译. 北京: 海洋出版社
沈国英, 施并章. 2002. 海洋生态学(第二版). 北京: 科学出版社
B. 莫顿, J. 莫顿. 1983. 香港海岸生态学. 傅天宝, 周秋麟, 黄宗国 1991 年译. 北京: 海洋出版社
中国海洋学会主办. 海洋学报(中文版). 北京: 海洋出版社
唐孝炎. 1989. 大气环境化学. 北京: 高等教育出版社
王麟生, 乐美卿, 张太森. 2001. 环境化学导论. 上海: 华东师范大学出版社

朱光,季晓燕,戎兵. 1997. 地理信息系统基本原理及应用. 北京:测绘出版社
Kang —tsung Chang. 2001. 地理信息系统导论. 陈健飞 2003 年译. 北京:科学出版社
叶明照. 1992. 国际环境法概论. 厦门:厦门大学出版社
申元村,张克斌,王贤. 2000. 荒漠化. 北京:中国环境科学出版社
周律. 2000. 清洁生产. 北京:中国环境科学出版社
杨洁彬,王晶,王柏琴,陈义珍,韩纯儒. 1999. 食品安全性. 北京:中国轻工业出版社
寒冬,寒之. 2001. 臭氧层. 北京:中国环境科学出版社
孙崇基. 2000. 酸雨. 北京:中国环境科学出版社
叶文虎. 2000. 环境管理学. 北京:高等教育出版社
北京大学中国持续发展研究中心. 1994. 可持续发展之路. 北京:北京大学出版社
李政道,周光召,牛文元. 1997. 绿色战略:21 世纪中国环境与可持续发展. 青岛:青岛出版社
张坤民. 1997. 可持续发展论. 北京:中国环境科学出版社
林涵,李正山,张晔,张翔. 2000. 可持续发展. 北京:中国环境科学出版社
陈昌笃,王祖望. 1993. 持续发展与生态学. 北京:中国科学技术出版社
以及各相关网站公开的资料

[General Information]
书名=现代环境科学概论
作者=卢昌义编著
页数=285
SS号=11690167
出版日期=2005年10月第1版